

AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

PUSA

ROYAUME DE BELGIQUE
Ministère des Colonies

Direction de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Colonisation

KONINKRIJK BELGIË
Ministerie van Koloniën

Directie van Landbouw, Veeteelt en Kolonisatie

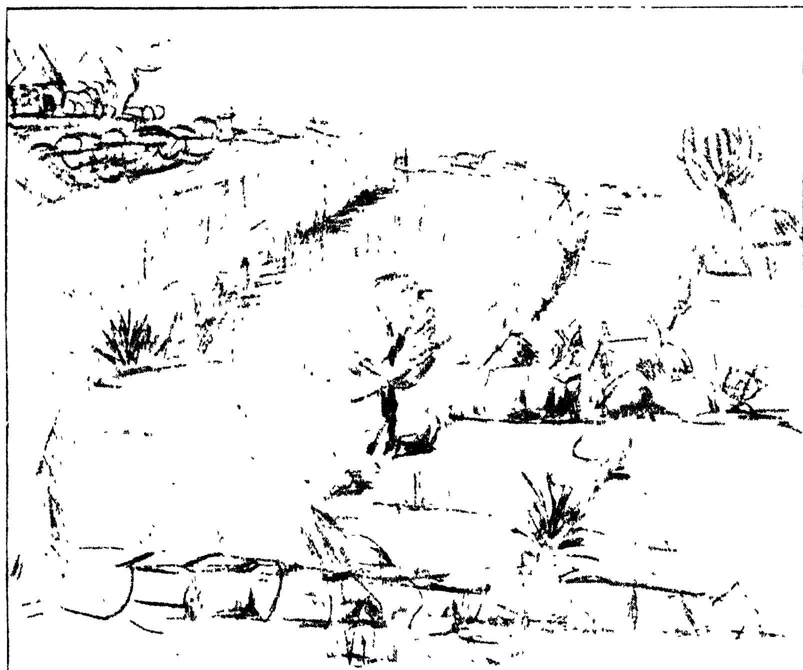
Bulletin Agricole du Congo Belge

Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo

Publié sous la Direction de — *Uitgegeven onder de leiding van*
M. P. STANER,
DIRECTEUR D'ADMINISTRATION. — DIRECTEUR VAN BESTUUR

Vol. XL. N° 2 Juin Juni 1949

4 FASCICULES PAR AN / NUMMERS PER JAAR



(Dessin de M. A. Vaillant)

CULTURES EN TERRASSES (Mandara-Cameroun)

RÉDACTION ET ADMINISTRATION
Place Royale, 7 - Bruxelles

REDACTIE EN ADMINISTRATIE
Koningsplein, 7 - Brussel

MINISTERE DES COLONIES — BULLETIN AGRICOLE DU CONGO BELGE

Le **Bulletin Agricole du Congo Belge**, publié trimestriellement par la Direction Générale « Affaires Economiques et Agriculture » du Ministère des Colonies, a pour but :

1) de grouper les documents officiels intéressant l'agriculture de la Colonie;

2) de fournir une documentation générale sur l'agriculture du Congo Belge et de faire connaître les résultats scientifiques ou pratiques des études et expériences entreprises par le Service agricole et par l'Institut national pour l'Etude agronomique du Congo Belge;

3) de publier les renseignements scientifiques ou techniques sur les progrès accomplis par les colonies étrangères dans les cultures et les élevages pouvant être pratiqués au Congo Belge.

Het **Landbouwkundig Tijdschrift voor Belgisch-Congo** wordt om de drie maanden uitgegeven door de Algemene Directie « Economische Zaken en Landbouw » bij het Ministerie van Koloniën, met het doel :

1) de officiële stukken aangaande de landbouw in de Kolonie te groeperen;

2) een algemene documentatie te verstrekken over de landbouw in Belgisch-Congo en de wetenschappelijke of practische uitslagen te doen kennen van de studiën en proefnemingen die gedaan werden door de Landbouwdienst en door het Nationaal Instituut voor de Landbouwstudie in Belgisch-Congo;

3) wetenschappelijke of technische inlichtingen mede te delen over de in vreemde koloniën gemaakte vorderingen in zake teelt van planten of dieren, die in aanmerking kunnen komen voor de Belgisch-Congo.

Le tirage des fascicules de 1949 étant limité, les abonnements souscrits après le 1er avril 1949 ne seront acceptés que dans la limite du possible.

Les trois premiers fascicules du Vol. XL, contenant les comptes rendus de la Conférence Africaine des Sols (Goma-Kivu-Congo belge, 8/16-XI-48) ne pourront être livrés séparément; leur ensemble (± 2.500 pages) sera vendu au prix de 500 francs.

Les souscriptions pour ces 3 fascicules seront également limitées aux possibilités.

BULLETIN AGRICOLE DU CONGO BELGE
LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT
VOOR BELGISCH-CONGO

N° 2 — JUIN / JUNI 1949 — Vol. XL

COMPTES RENDUS
DE LA
Conférence Africaine des Sols

Goma (Kivu) Congo Belge

8-16 novembre 1948

II.

Le fascicule n° 1 (mars 1949) du Bulletin Agricole constituait le premier des trois volumes qui contiendront les textes complets de la Conférence Africaine des Sols tenue à Goma (Congo Belge) en novembre dernier.

Ce premier volume comprenait la liste des participants, celle des communications présentées, les discours prononcés et les textes se rapportant aux quatre groupes de la Première Section : communications, procès-verbaux des séances, rapport général de la section.

Le présent fascicule constitue le deuxième volume et renferme les textes se rapportant aux deux Groupes de la Deuxième Section et aux cinq Groupes de la Troisième Section.

Nous publierons, à la fin du troisième volume, différentes tables, de façon à aider les lecteurs dans leurs recherches. En attendant, on consultera utilement la liste des communications (pages 16 à 25 du fascicule 1, mars 1949) laquelle mentionne les Sections et les Groupes où elles sont classées, ainsi que la pagination des Groupes (page 2 de la couverture). Précisons enfin que les indications destinées à guider le lecteur ont été données à la page 6 de ce même numéro (mars 1949).

1ère SECTION

ETUDE GÉNÉRALE ET RÉGIONALE DES SOLS
GENERAL AND REGIONAL STUDY OF SOILS

I — Méthodes d'analyses et de prospection, propriétés et classification générale. Analysis and survey methods, general properties and classification

II — Propriétés, classification et cartographie régionale. Properties, regional classification and mapping.

III — Facteurs de la pédogénèse, écologie et influence de la couverture végétale. Pedogenesis factors, ecology and effect of the vegetal cover

IV — Vocation agricole des Terres. Land use.

2me SECTION

CAUSES ET MANIFESTATIONS DE LA DÉGRADATION DES SOLS
CAUSES AND SIGNS OF SOILS DEGRADATION

I — Vues générales et bilans régionaux. General aspects and regional situations

II — Destruction du manteau végétal et causes diverses de dégradation. Vegetal cover destruction and some causes of degradation



3me SECTION

LES SYSTÈMES DE CULTURE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA CONSERVATION DES SOLS
CULTURAL SYSTEMS IN RELATION WITH SOIL CONSERVATION

I — Technique anti érosive. Anti erosion technics

II — Méthodes culturales. Cultural methods

III — Jachères et plantes de couverture. Fallows and cover crops

IV — Problèmes agrostologiques et pastoraux. Pastoral and agrostologic problems.

V — La question des feux de brousse en général et dans ses applications zootechniques. Bush fires in general and in their relations with animal husbandry

4me SECTION

DÉVELOPPEMENT DE LA MÉCANISATION DE L'AGRICULTURE ET UTILISATION DES ENGRAIS
DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL MECANISATION AND MANURING

I — Mécanisation de l'agriculture. Agricultural mecanisation

II — Engrais. Manuring

5me SECTION

ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LE PROBLÈME DE LA CONSERVATION DES SOLS
SOCIAL AND ECONOMIC PROBLEMS IN RELATION WITH SOIL CONSERVATION

I — Organisation rationnelle de l'agriculture. Rational organisation of agriculture

II — Regroupement et transfert des populations. Population regrouping and deplacing

III — Problèmes forestiers dans leurs rapports avec l'économie indigène. Forestry problems in relation with native economy.

IV — Propagande et éducation agricole. Agricultural propaganda and education.

V — Divers. Miscellaneous

C. V. delin.

DEUXIEME SECTION

SECOND SECTION.

Causes et manifestations de la dégradation du Sol

Causes and Signs of Soil Degradation

PRESIDENT / *Chairman* — M. J. V. BOTELHO DA COSTA.

SECRETAIRES / *Secretaries* — MM. L. COLLAUX
R. GERMAIN

Vues générales et bilans régionaux

General Aspects and Regional Situations

Liste des communications

Points de vue nouveaux sur les Sols d'Afrique tropicale, sur leur dégradation et leur conservation.

Origine et extension des latérites et des carapaces ferrugineuses. Lutte contre la stérilisation des sols africains

par

Aug. CHEVALIER

Professeur honoraire au Muséum d'Histoire Naturelle.

Depuis quelques années, biogéographes, pédologues, agronomes et forestiers dénoncent l'appauvrissement de plus en plus grand des sols de l'Afrique tropicale. J. P. HARROY, dans son livre *Afrique terre qui meurt* (Bruxelles, 1944) a pu écrire que depuis cinquante ans on assiste sur le continent noir à une désorganisation des sols et de l'économie hydrique sur de vastes territoires, tandis que l'érosion superficielle et l'érosion éolienne s'accélèrent et mènent peu à peu vers la désertification.

La cause première de cette dégradation est la destruction de la végétation. Elle est due parfois aussi à des causes climatiques qui ont joué surtout dans le passé, à l'époque quaternaire. De nos jours c'est l'homme surtout qui est la cause essentielle de cette régression. Il la provoque par l'extension des feux de brousse, la mise en culture de territoires de plus en plus étendus suivant des techniques mal conçues ou qui ne convenaient pas aux pays tropicaux. D'excellentes méthodes primitives que pratiquaient les Noirs ont été progressivement abandonnées. C'est depuis quelques années seulement qu'on réagit contre les techniques nouvelles importées par la colonisation, celle-ci avait tout d'abord cru à la fertilité inépuisable des terres africaines et elle estima longtemps que l'on pourrait exploiter indéfiniment ces terres sans pratiquer des fumures.

Nos connaissances sur les sols africains étaient jusqu'à ces derniers temps encore rudimentaires. Modelés par une végétation et des conditions climatiques (fortes pluies à certaines périodes et hautes températures) très différentes de ce qui existe dans les pays tempérés,

ces sols demandent à être traités très différemment des sols d'Europe, sous peine de stérilisation.

I. — LES SOLS D'AFRIQUE TROPICALE.

Les sols tropicaux, pour la plupart, diffèrent profondément de ceux des régions tempérées. Ils se répartissent en plusieurs catégories:

1° **Les sols désertiques.** — Les déserts proprement dits sont dépourvus de sols. Toute culture y est impossible en l'absence de pluies et d'irrigation. Si l'on pouvait faire pleuvoir sur le Sahara, il serait possible sans doute d'y faire naître une agriculture prospère, mais nous n'en sommes pas encore là. Pour le moment, la vallée du Nil et les rares oasis du Sahara central et occidental sont les seules terres cultivables dans le Sahara.

2° **Les sols subdésertiques.** — Terres rouges ou sablonneuses des semi-déserts et des savanes arides. Ce sont tantôt des sols d'origine éolienne, tantôt des alluvions (anciennes ou récentes) apportées par des fleuves actuels ou éteints. Dans les grandes vallées de l'Afrique occidentale ou centrale avoisinant le Sahara, les fleuves venant des régions soudaniennes situées plus au Sud ont charrié des sables plus ou moins grossiers dérivant de roches latéritisées; ces sols alluviaux sont donc ordinairement pauvres. Des limons fertiles peuvent cependant se rencontrer çà et là dans des cuvettes d'épandage.

3° **Sols des régions montagneuses** (au-dessus de 2.000 m). — Ce sont des sols non latéritisés, souvent gris, avec des débris grossiers provenant des roches sous-jacentes; l'humus a été emporté par le ruissellement. Si la roche sous-jacente est volcanique, ces sols peuvent être fertiles.

4° **Sols de la région tropicale proprement dite, à l'exclusion des vallées** (de 0 à 1.500 m. d'alt.). — Ce sont des sols plus ou moins latéritisés, légèrement humifères quand ils portent une forêt tropophile assez dense, fort pauvres en humus là où existent des savanes plus ou moins arborées ou des prairies. Dans ce dernier cas, ils ne peuvent être cultivés que si on les laisse reposer pendant de longues jachères. Nous reviendrons plus loin sur ces sols qui représentent plus des trois quarts des terrains cultivables de l'Afrique tropicale. Par endroits, on peut les cultiver, mais ils s'altèrent rapidement dès qu'ils sont défrichés ou exposés aux feux de brousse.

5° **Sols des vallées tropicales.** — Ces sols sont formés d'alluvions anciennes ou récentes ou parfois de dépôts colluviaux provenant d'éboulis ou d'érosion latérale des pentes. Recouverts à l'état primitif de peuplements arborescents denses (galeries forestières), ils présentent une réelle fertilité au moment de leur défrichement, mais après avoir été cultivés quelques années ils perdent rapidement

cette fertilité; la galerie forestière ne se reconstitue pas; les phénomènes de latéritisation en profondeur apparaissent bientôt et à la longue ils deviennent impropres à la culture sans fumure. Cependant, par des techniques particulières et par l'irrigation, on peut y créer des rizières permanentes ou productives. Mais il existe aussi par endroits des alluvions séniles peu propres à l'agriculture.

6° **Sols des dépressions marécageuses** (zone équatoriale et zone tropicale). — Les dépressions recouvertes d'eau une partie de l'année (pendant la saison des pluies) présentent un sol noir, épais, craquelé après l'assèchement (terres cassées du Logone et du Chari ou *berbéré* des indigènes). Ils renferment parfois des poupées de carbonate de chaux ou des concrétions siliceuses pétries parfois de carapaces de diatomées (Mission Chari-Lac Tchad, 1908). Ces sols conviennent pour l'établissement de rizières irriguées fertiles (Office du Niger).

7° **Sols de la forêt dense équatoriale.** — Ce sont ordinairement des sols profonds avec une couche superficielle d'humus (5 à 10 cm. d'épaisseur seulement) et une épaisse couche d'argile latéritique pouvant avoir de 5 à 30 m. d'épaisseur au-dessus de la roche-mère. C'est un sol très perméable, les arbres y enfoncent profondément leurs racines qui y drainent l'eau et les substances minérales dissoutes. Aussitôt après l'abattage de la forêt, ce sol est fertile à condition qu'il ne soit pas délayé par les pluies. Le mouvement des eaux dans le sol est surtout descendant et il entraîne l'humus en profondeur; le fer disparaît dans les couches superficielles et s'accumule dans les couches profondes sous forme granuleuse ayant une grande puissance de rétention pour l'eau infiltrée. La remontée des solutions à travers le sol est pratiquement nulle à cause de l'épaisse couverture végétale; dans ces conditions, la sylve équatoriale ne produit pas d'Ortstein (ERHART). Les arbres pourrissent sur place de vétusté; la fertilité se maintient; elle s'enrichit même à la longue grâce aux poussières de l'atmosphère captées par la tête des arbres (SCAETTA). Toutefois, dès que la forêt est abattue et que le terrain est exposé aux pluies violentes, aux radiations lumineuses et aux vents, il devient rapidement compact et il est soumis à un lessivage qui lui enlève ses bases. Les organismes nitrifiants perdent leur activité et disparaissent. Le sol forestier perd rapidement sa fertilité et celle-ci ne peut reparaître qu'après le rétablissement de la forêt secondaire qui demande plusieurs décades et même des siècles pour recouvrer la fertilité qu'avait le sol de la forêt primitive.

8° **Sols alcalins ou salés.** — Il existe de ces sols dans les pays subdésertiques au contact du Sahara et parfois dans certaines oasis. En Afrique tropicale, ils se rencontrent au voisinage de la mer (par exemple les *tanns* du Sénégal), dans les grands estuaires ou près de l'embouchure de certaines rivières (Casamance et Rivières du Sud).

Ils sont recouverts par une végétation spéciale (Mangrove) ou par des végétaux herbacés halophiles. Ce sol est parfois nu, impropre à la végétation et recouvert d'efflorescences de sel. Il est l'analogue des *Alcaline lands* des pédologues américains, des *Solonchaks* des Russes. On l'observe à l'embouchure des fleuves, autour de lacs salés et dans les oueds sahariens; parfois aussi en Nigéria et au Tchad existent des gisements de carbonate de soude dont les bovins sont friands. L'humus y est saturé de soude d'où un lessivage facile qui entraîne en profondeur les parties limoneuses, si bien qu'on observe au-dessous d'une surface meuble et sans structure un horizon inférieur formé avec des mottes de terre compactes. De tels sols s'observent à l'embouchure de la plupart des fleuves africains. Ces formations peuvent servir à l'établissement de rizières, de plantations de bananiers, etc. (en Guinée française par exemple), à la condition que par des techniques particulières on élimine les dépôts alcalins de surface et qu'on empêche la remontée du sel à la saison sèche.

Les terres alcalines sont abondantes dans le Sahara et les eaux de puits artésiens qui servent à l'irrigation dans le Sahara sont aussi parfois alcalines. Les eaux qui ont circulé dans les canaux et se sont saturées de sels doivent être ensuite évacuées des oasis pour que les sols ne soient point intoxiqués et rendus impropres à toutes cultures.

Cette brève notice montre combien est grande la variété des sols africains. Nous aurions pu en décrire beaucoup d'autres, comme le sol *dior* du Sénégal, très sableux, très pauvre en calcium, pénétré par les termites, poussiéreux en surface quand il n'est pas mouillé, à peine enrichi d'humus, souvent d'une grande profondeur et convenant particulièrement à la culture des Arachides, puis le sol *dek* de la même région, terre silico-argileuse, souvent aussi d'une grande épaisseur et qui convient particulièrement à la culture du Sorgho, les sols *Miombo* de l'Afrique orientale, sablonneux sur une grande épaisseur, mais assez riches en calcium (2 mg. 6 par 100 g.) qui durcissent en saison sèche mais qui réagissent bien aux façons culturales appropriées et qui peuvent s'améliorer si on leur fournit les aliments nutritifs de base, les sols bruns et humiques dénommés *Chipya* en Rhodésie du Nord, argiles légères, friables, à fortes teneurs en humus capables de fortes récoltes et dont on peut maintenir la fertilité par l'apport d'engrais minéraux, les argiles légères des provinces centrales et méridionales du Tanganyika et du Kénia, sols rouges d'une profondeur considérable avec une teneur moyenne en sable de 75 % et en argile de 22 %. Ce sol qui s'étend sur des vastes espaces où la pluviométrie est de 50 mm. à 750 mm. est peuplé d'un bush à *Acacia spirocarpa* et à *Strychnos spinosa*. Il paraît convenir spécialement à la culture de l'Arachide. L'absence d'eau dans le sol à la saison sèche est la raison pour laquelle ces territoires n'ont jamais été défrichés.

Il convient de citer encore les grandes plages stériles sablonneuses de « pseudo-sable » du Bas Congo belge et du Pays Bateké que V. DRACHOUSSOFF regarde comme voisines de la carapace latéritique; elles se rapprochent de la latérite pure sans être toutefois arrivées à ce stade irréversible.

Enfin, il ne faut pas oublier les *Tchernosioms* des steppes à graminées tropicales (analogues aux *regurs* de l'Inde) bien différents des *Tchernosioms* de Russie et qui sont très peu fertiles. De même les *podzols* tropicaux des forêts tropophiles non dégradées de la zone soudanaise n'ont rien de commun avec les *podzols* ou sols cendreux de Russie, qui se rencontrent dans les forêts de Conifères de l'Europe orientale et qui caractérisent aussi les terres de Bruyères de l'Europe occidentale.

L'étude pédologique de l'Afrique tropicale est encore trop peu avancée pour qu'il soit possible de préciser la place que doivent occuper dans une classification générale ces différents sols.

Ce que l'on peut affirmer, c'est qu'il existe sur le continent africain diverses catégories de sols qui sont plus ou moins analogues à ceux qui ont été signalés dans d'autres contrées. On y connaît des sols restés en place au-dessus du banc rocheux qui leur a donné naissance (éluvions ou sols autochtones), puis des sols qui n'ont subi qu'un faible déplacement du fait du ruissellement local ou des éboulements (sols colluviaux), enfin les sols transportés à grande distance de leurs divers bancs d'origine par le réseau hydrographique et déposés en nappes horizontales dans le lit majeur des biefs d'aval des cours d'eau (alluvions). Ces sols peuvent du reste être très dissemblables : entre les alluvions du Bas Nil formées de limons très fertiles et les alluvions du Moyen Niger formées de sables en grande partie latéritisés, il ne saurait y avoir aucune analogie.

Ce sont naturellement les *sols éluviaux* — les plus répandus en Afrique tropicale — qui gardent le plus nettement la marque d'origine de leurs roches-mères et les alluvions qui la gardent le moins (M. ROBERT et J. P. HARROY). Parmi les sols éluviaux, il en est de très fertiles, tels ceux qui reposent sur les roches volcaniques de l'Afrique centrale et du Cameroun, ou d'autres qui recouvrent des roches éruptives anciennes, par exemple, le sol dénommé *Hansagniéré* par les Foulahs de Guinée française qui s'observe au pied des dykes de *dolérite*. C'est un sol jeune, meuble, semé de gros blocs arrondis, rappelant les blocs de gabbro de Bretagne, et qui n'est pas latéritisé. C'est un sol fertile et recherché. Il est aussi des sols qui sont complètement stériles, tels sont les sables sahariens ou les carapaces ferrugineuses du Soudan.

Enfin, une autre considération permet encore de différencier les sols de l'Afrique tropicale et de les classer en trois grandes catégories Cette classification est basée sur l'âge des sols. Elle dépend des phé-

nomènes orographiques, climatologiques, géologiques et biologiques qui se sont produits au cours des millénaires, ou parfois des siècles ou des décades qui nous ont précédés. On distingue ainsi des sols juvéniles, des sols adultes et des sols séniles.

Dans le cas particulier des alluvions, le stade juvénile correspond à la période où la nappe alluvionnaire est encore régulièrement enrichie de nouveaux apports, le stade adulte où cet enrichissement est devenu irrégulier ou nul, et le stade sénile à la période où ces apports ont définitivement pris fin.

On peut considérer comme sols *juvéniles* ceux qui sont déposés par les éruptions volcaniques récentes et dont le peuplement végétal est encore à ses débuts.

Un bon exemple de *sol adulte* est celui du sol qui correspond à la forêt dense équatoriale, dans lequel existe un remarquable équilibre harmonique entre les prélèvements de la végétation au sol et les éléments que les arbres de la forêt trouvent dans le sol et dans l'air. Il y a équilibre entre les matières empruntées au sol et celles qui lui sont rendues.

Les *carapaces latéritiques* sont un remarquable exemple de *sol sénile*. Ces croûtes, qui ont mis des siècles et probablement des millénaires à se former, mais qui de nos jours se forment aussi parfois très rapidement, témoignent de la haute antiquité des savanes arborées et des steppes herbeuses. Certaines sont du reste fossiles et en voie de désagrégation; d'autres sont encore récentes, mais elles doivent leur origine à l'action de l'homme et en une courte période elles ont constitué des bancs stériles empêchant toute culture. Bien que ces dernières aient pris naissance depuis peu de temps, elles présentent un stade irréversible et définitivement stérile. Un sol sénile et improductif peut donc être de formation très récente.

II. — LES LATERITES.

Le nom de *latérite* a été créé en 1807 par BUCHANAN pour désigner une terre rouge analogue à la brique (*later* en latin) très répandue dans les Indes orientales. En 1898, Max BAUER donne ce nom à un sol particulier observé aux Seychelles. Il fut bientôt reconnu qu'un tel sol existait dans presque toutes les régions tropicales du globe. Il s'observe dans toutes les contrées très chaudes où existe une longue saison des pluies ou deux petites saisons pluvieuses alternant avec une ou deux saisons sèches. Les sols latéritiques couvrent dans le monde 21 millions de kilomètres carrés, soit 15 % de la surface totale des terres. En Afrique tropicale, ils représentent plus des trois quarts de la superficie. Dans la plupart des régions équatoriales et tropicales, par suite des hautes températures et des grandes quantités de pluie qui tombent, le processus d'altération des roches est très intense. Les

silicates d'alumine provenant des roches sont décomposés en silice hydratée et en alumine hydratée; la silice est entraînée en profondeur par les eaux d'infiltration, tandis que l'hydrate d'aluminium s'accumule dans les couches proxymales en même temps que les hydrates de fer souvent fréquents dans les roches-mères. Il en résulte la formation d'une terre rouge compacte, ou même de carapaces ferrugineuses, terme extrême d'évolution des latérites devenues séniles et passant à l'état de roche inerte. Les conditions nécessaires pour la formation des sols latéritiques sont très discutées. Pour VAGELER, la latérite se formerait exclusivement sous une végétation herbacée poussant sous un climat tropical à saisons alternantes, dans lequel cependant les précipitations l'emportent sur l'évaporation; elle résulterait d'une prédominance des mouvements descendants des eaux.

Pour ERHART et SCAETTA, au contraire, elle prend toujours naissance sous la forêt dense tropicale et elle est due à la remontée des hydrates d'alumine et de fer. VAGELER pense que la forêt vierge aurait tendance à provoquer une altération argileuse siallitique des matériaux à cause des grandes quantités d'humus qu'elle fournit. Les terres latéritiques auraient été formées avant l'avènement de la forêt vierge, sous la végétation de Graminées. Nous sommes encore dans le domaine des hypothèses. Il existe du reste des latérites d'âges très divers. On en connaît sur les confins du Sahara, remontant sans doute au tertiaire. Il est probable qu'il s'en est formé sur les continents aux diverses périodes géologiques; l'érosion détruisant ensuite les carapaces formées. L'oxyde de fer et la silice colloïdale ont été souvent entraînés vers la mer. On voit encore de nos jours sur les côtes de Guinée des bancs de latérite qui plongent sous la mer par suite de mouvements orogéniques plus ou moins anciens. Louis CAYEUX, dans ses études sur l'origine des minerais de fer qui se rencontrent dans les roches sédimentaires appartenant à diverses époques géologiques a recherché quelle pouvait être l'origine des dépôts ferriques et des oolithes ferrugineuses. D'après ce savant, les sels de fer qui se rencontrent dans certains dépôts marins provenaient soit du large (fonds marins), soit de failles nourricières, soit enfin de roches de rivage, contenant des minéraux ferrifères et parmi ces roches peuvent exister des cuirasses latéritiques. Dans certains minerais oolithiques, le fer s'est substitué au calcaire. Le phénomène a été très rapide marchant de pair avec la sédimentation. Les roches siliceuses, pas plus que les minerais de fer oolithique ne portent jamais la trace d'une évolution minéralogique continue. Leur histoire s'est terminée brusquement; elles sont vouées à une stabilité sans fin. Il en est de même des cuirasses latéritiques; elles sont mortes et stables à moins que l'érosion ne les disloque. Il existe en Afrique tropicale des tables de latérite très anciennes et sûrement fossiles.

Le début de la latéritisation en Guinée, écrit E. DE CHATELAT, doit se rapporter à une époque fort reculée, remontant sans doute à plusieurs époques géologiques, antérieure en tout cas à l'établissement du réseau hydrographique actuel, puisque certains bancs ferrugineux s'enfoncent sous la mer. Nous avons observé nous-même à l'île de Fogo (Archipel du Cap Vert) trois bancs successifs de cuirasse ferrugineuse séparés les uns des autres par des couches de basalte de plusieurs mètres d'épaisseur. Les épanchements volcaniques ont donc recouvert à diverses reprises le sol qui s'était formé et portait chaque fois une végétation tropophile adaptée au climat qui se prêtait alors à la latéritisation, alors que de nos jours il ne se forme plus de latérite dans les îles du Cap Vert, le climat étant devenu trop aride.

III. — DIFFERENTES SORTES DE LATERITES.

Suivant A. LACROIX, le nom de *latérite* doit s'appliquer aux produits de décomposition de toutes les roches silicatées alumineuses, caractérisés au point de vue chimique par la prédominance des hydroxydes d'alumine et de fer, avec généralement de l'oxyde de titane, parfois du chrome, après élimination plus ou moins complète des autres éléments de la roche fraîche : alcalis, chaux, magnésie et silice. L'oxyde de fer y existe sous une forme minérale ou colloïdale ou les deux à la fois. Il existe des latérites juvéniles, d'autres sont à l'état adulte ou stable. Il existe aussi des latérites séniles. Ce sont les cuirasses dont il a été déjà question, les unes en formation, les autres déjà fossiles. Enfin, il faut distinguer aussi les alluvions latéritiques ou latéroïdes. Les différents types de sols latéritiques ont des « complexes absorbants » très différents au point de vue de la composition chimique et au point de vue de la grosseur et de la répartition des grains composant ce complexe. Ce problème des latérites est très vaste, et il n'est pas encore résolu dans ses grandes lignes. La parole est à la fois aux expérimentateurs agronomes, aux botanistes et biologistes, aux climatologistes, aux pédologues de cabinet et surtout à ceux qui travaillent sur place, c'est-à-dire sur sol vivant. Comme l'a écrit M. LACROIX (*Compte rendu du Congrès Pan-Pacifique*) l'ensemble du problème des sols latéritiques échappe à la compétence d'un seul homme quel qu'il soit. Ces sols qui couvrent des surfaces immenses dans le monde et que l'on est en train de gaspiller et même de rendre stériles ont nourri jusqu'à ce jour et doivent nourrir encore dans l'avenir une partie de l'humanité. On leur demande en outre, depuis un siècle surtout, de fournir aux peuples des pays tempérés d'Europe et d'Amérique, une foule de produits vivriers et industriels : cacao, café, maïs, tapioca, huiles, quinquina, caoutchouc, fruits tropicaux, bois d'ébénisterie, etc. Or, on les exploite avec l'ignorance la plus complète de l'aménagement qui leur convient et on les conduit presque sûrement partout à la ruine. Il est grand temps d'apprendre

à les connaître et de rechercher leurs besoins. Ils sont extrêmement variés et on ne peut imposer à tous les mêmes cultures, ni les mêmes techniques agricoles.

Déjà en Afrique tropicale, sur une large bande comprise au Nord de l'Equateur entre le 8e et le 16e parallèle, une autre bande, au Sud, comprise entre le 3e et le 15e parallèle, le sol est partiellement (mais parfois sur de vastes espaces) couvert d'immenses plateformes rocheuses à peu près stériles. Ce sont des cuirasses latéritiques. Beaucoup sont d'âge récent et sont dues à une exploitation abusive du sol. Ailleurs existent des formations sableuses superficielles dans des régions où pourtant il pleut beaucoup (Pays Batéké, Bas Congo, etc.). Ce sont aussi des sables délavés que ne protège plus la végétation contre l'ardeur des rayons solaires et la violence des pluies. Ailleurs encore, par suite du déboisement et des feux de brousse, l'érosion a mis à nu les roches et il n'existe pour ainsi dire plus de terres cultivables. Tous ces pays s'acheminent rapidement vers la ferrugination superficielle et, par conséquent, vers la stérilisation complète.

Latérites jeunes. — Les terres rouges d'Indochine dont la fertilité est renommée sont des latérites juvéniles provenant de la décomposition des basaltes. On sait qu'elles se présentent sous forme de terres très meubles ayant un complexe absorbant fort élevé. A l'état naturel, elles sont couvertes d'une forêt dense épaisse dans laquelle dominent les *Diptérocarpées* et les *Lagerstroemia*.

AGAFONOFF, qui les a étudiées, a reconnu qu'elles doivent leur fertilité non à l'existence en abondance de minéraux utiles (K, Ca, Ph), mais à leur état physique. On y constate une disparition progressive et presque complète de Mg, un lessivage progressif mais limité de Na, Ca, K et une oxydation de la plus grande partie de FeO en F^2O^3. De plus, elles contiennent une grande quantité d'eau constitutionnelle et d'eau hygroscopique.

Des sols plus ou moins analogues existent sur les terrains volcaniques de l'Afrique tropicale, notamment au Cameroun, mais ils portent une flore toute différente. Dans les vallées boisées remplies d'alluvions récentes limoneuses, il existe encore parfois des latérites d'alluvions (latéroïdes) juvéniles, surtout sur les confins de la forêt dense et dans la zone guinéenne dans les régions où n'existe pas de carapace. Ces vallées sont parfois d'une assez grande fertilité, là où elles n'ont pas subi l'action du feu de brousse. Mais dès qu'elles sont déboisées et soumises à une exploitation irrationnelle (défrichement par le feu et dénudation à la suite des cultures), elles sont exposées à un vieillissement rapide. Toutefois, l'homme peut modifier le cours de l'évolution d'un sol encore peu latéritisé, mais en marche vers la stérilisation complète si son intervention se produit avant que le stade concrétionné soit atteint. Il suffit d'incorporer au sol des

roches altérées (pourries) capables d'abandonner rapidement sous l'action énergétique du climat les composants minéraux que renferme la roche. Ainsi se reconstituent dans ces sols les systèmes colloïdaux ayant tendance à se dégrader (SCAETTA, *C. R. Acad. Sc.*, CCXII, 1941, p. 273-274 et 445-447). Ce *rajeunissement* peut aussi être atteint par le travail de la terre, en ramenant à la surface des couches moins lessivées et en incorporant des engrais. On peut aussi l'obtenir par le semis d'arbres pouvant s'accommoder du climat et du sol et prospérer ensuite en enfonçant leurs racines dans le sol. Grâce au couvert qui favorise une certaine fraîcheur, grâce surtout à la couverture morte qu'il fournit chaque année, par les feuilles riches en éléments basiques et surtout en chaux, il réalise en surface une concentration en calcium puisée à une certaine profondeur par les racines; dans ces conditions, l'humus n'est pas acide et la ferrugination est arrêtée, d'où l'utilité de reboiser autant qu'on le peut les sols qui vieillissent.

Latérites adultes. — C'est le nom qu'il convient de donner à la plupart des sols équatoriaux recouverts par la grande forêt dense. Ce sol, la plupart du temps s'est formé sur place. Il est généralement assez fertile si la forêt est ancienne.

Ce sont plutôt des argiles latéritiques que des latérites (50 à 10 % d'éléments latéritiques). Elles existent toujours sous le couvert de la forêt vierge.

Une argile latéritique sous forêt dense réalise toujours un terrain perméable et fertile. Le mouvement des eaux dans le sol est d'une façon prépondérante un mouvement descendant. Il s'ensuit un lessivage important du sol et notamment l'enlèvement des bases et l'enfoncement de l'humus. Aussi celui-ci a-t-il une épaisseur faible (5 à 15 cm.). Le fer disparaît dans les couches superficielles qui sont décolorées et grises. En profondeur, le fer libéré par hydrolyse reste dans le sous-sol sous forme d'hydroxyde et donne à toutes les parties inférieures du profil une couleur jaune-rouge plus ou moins accentuée. La remontée des solutions à travers le sol est pratiquement nulle à cause de l'épaisse couverture végétale. La forêt vit pour ainsi dire sur elle-même. Les racines vont chercher en profondeur les bases qui ont été lessivées par les eaux de pluies chargées d'acide carbonique, les feuilles mortes, les fleurs et les fruits tombés ramènent à la surface une partie de ces bases. Une autre partie provient des poussières de l'atmosphère et est captée par la ramure des arbres, Epiphytes, termites et fourmis amènent ces poussières au sol qui s'enrichit lentement.

Aussitôt après le défrichement, si les arbres sont brûlés sur place sans que le sol soit incinéré, les cendres apportent une grande quantité d'éléments minéraux. Si ce sol défriché est cultivé d'une manière rationnelle, c'est-à-dire s'il est suffisamment abrité pour que l'eau de pluie ne produise pas un tassement excessif, s'il est soumis à des

façons culturales rationnelles, il peut aller en s'améliorant, si, surtout, il est artificiellement et convenablement pourvu en éléments nutritifs de base, en humus et aussi peut-être en oligoéléments. Le sol défriché sur forêt peut rester très longtemps productif et se stabiliser et le sous-sol peut demeurer quasiment en même état pédologique. Néanmoins, pour qu'il ne s'achemine pas vers le vieillissement et qu'il conserve sa fertilité, de grandes précautions sont nécessaires.

Latérites séniles. — Dès que la forêt dense a disparu, soit par suite de changements climatiques, soit par suite de l'intervention de l'homme, l'argile latéritique s'achemine rapidement vers le vieillissement. Ce vieillissement peut se faire sous la forêt même, soit que celle-ci s'éclaircisse et présente des clairières naturelles, soit que les pluies soient mal réparties, soit encore que l'humification se fasse mal par suite de conditions biologiques encore mal connues. Alors, par places, la latéritisation est accélérée. Il se forme des concrétions ferrugineuses situées à une profondeur plus ou moins grande. Parfois même, ces concrétions se forment sous la forêt vierge elle-même; ce sont des croûtes discontinues ou continues. Le mauvais état physique du sol entraîne à certaines époques l'accroissement de l'évaporation et des variations de la nappe phréatique et par conséquent favorise le concrétionnement. Le phénomène de la latéritisation demande beaucoup de pluies, par conséquent un facteur de pluies supérieur à 70 ou 80 (1).

Quand les nodules ou les plaques concrétionnées se trouvent à une profondeur de 5 à 10 m., ou même au-dessous, ils sont peu nuisibles à la végétation, si le sol situé au-dessus est perméable. Plus le régime de l'eau dans la forêt est irrégulier et plus près de la surface se forment les concrétions dans un horizon illuvial. Un banc compact se trouvant à une profondeur de 70 cm. se montre excessivement nuisible pour les plantations d'arbres (*Hevea*, par exemple); il se montre simplement nuisible pour des plantations annuelles intensives; mais il n'a pas d'action sensible sur les cultures indigènes. Mais si les sols sont fréquemment découverts, les nodules ou plaques ferrugineuses tendent à se rapprocher progressivement de la surface.

Un banc se trouvant entre 20 et 70 cm. de profondeur nuit aux cultures indigènes, mais il ne les empêche pas nécessairement, car elles s'exécutent en buttes ou en billons et elles utilisent au maximum les couches meubles de la surface, mais ces terres sont fragiles et à l'arrivée des pluies elles pourront être entraînées (V. DRACHOUSSOFF).

(1) On nomme *facteur de pluies* le quotient de la quantité de pluies tombant annuellement, exprimé en millimètres, divisé par la température moyenne annuelle. La latéritisation commencerait lorsque le facteur est 60; à 63 elle est encore faible; à partir de 70 ou 75 elle devient intense. C'est le cas à Conakry (Guinée française). Toutefois, certains pédologues pensent qu'il ne faut pas toujours se fier à ce facteur.

En Guinée, on utilise encore pour la culture du Fonio (*Digitaria exilis*) des sols présentant une très mince couche de terre, ayant la croûte à 10 ou 20 cm. de profondeur, mais ces terres sont arrivées à l'extrême usure et la stérilisation est probable dans un avenir très proche. Un seul remède : le reboisement là où cela est encore possible.

Le dernier terme de la latéritisation, c'est la formation d'un banc (ou carapace) plus ou moins épais affleurant près de la surface. C'est un stade irréversible et définitivement stérile. A ce stade, la couverture forestière supportée par une couche de terre devenue trop peu profonde, isolée du sous-sol par la carapace, et par conséquent sujette à une dessiccation intensive en période de sécheresse est telle que la forêt dépérit et meurt. L'érosion continuant supprime à la fois la terre et l'arbre. Ainsi se sont formées des immenses carapaces ferrugineuses qui s'étendent dans toute la zone guinéenne et soudanaise et que l'on nomme en Guinée française les bovals. A. AUBRÉVILLE a nommé « bovalisation » le dernier stade de vieillissement de la latérite aboutissant à la formation de ces cuirasses ferrugineuses superficielles dont la surface est tantôt nue et polie comme une dalle, tantôt couverte de pseudo-gravillons ou d'un mince terreau ou encore de blocs et de fragments latéritiques épars, restes d'une carapace supérieure désagrégée. L'érosion a parfois creusé des dépressions où s'accumule l'eau à la saison des pluies et dans lesquelles se continue la ferrugination lors de l'asséchement. Ces bovals sont nus ou semés çà et là de maigres xérophytes et géophytes vivant dans les interstices de la cuirasse.

Suivant CYRIL S. FOX et E. DE CHATELAT, les conditions pour la formation actuelle des carapaces latéritiques sont :

1° un climat tropical sujet à des alternances de saisons sèches et humides, par conséquent avec variations de niveau hydrostatique;

2° la présence d'un plateau ou d'une surface topographique doucement inclinée qui ne soit pas sujette à une érosion mécanique appréciable;

3° la composition chimique et minéralogique de la roche exposée doit fournir des constituants latéritiques, c'est-à-dire de l'alumine et de l'oxyde de fer;

4° la texture de la roche sous-jacente doit être poreuse ou fendillée (ou le devenir rapidement sous l'action des agents atmosphériques ou de l'eau d'infiltration), de façon que l'eau de percolation puisse pénétrer facilement pendant la saison des pluies et qu'elle puisse être évacuée par drainage ou évaporation pendant la saison sèche, permettant ainsi aux actions physico-chimiques de jouer le rôle que l'on peut appeler l'*imbibition périodique;*

5° l'eau d'infiltration doit contenir une substance acide ou alcaline avec laquelle elle peut réagir sur certains minéraux composant

la roche. Ces substances sont généralement l'acide carbonique dissous et la silice colloïdale; la chaux n'existe qu'en quantité infinitésimale;

6° ce processus annuel doit se continuer pendant une longue période. Enfin, il doit exister une septième condition dont ne parlent pas ces auteurs. Il faut que le sol soit en grande partie dénudé, c'est-à-dire dépourvu de strates de végétation, par conséquent que les radiations solaires et la chaleur influencent la surface même du sol ou les eaux de recouvrement.

Une latérite finale, formée *in situ*, théoriquement ne contient plus d'éléments latéritisables et l'action prolongée des facteurs de cette altération n'a plus d'effet sur elle, en tant que ses éléments sont limités aux constituants latéritiques. Cependant, elle peut être modifiée par une déshydratation ultérieure. La plus grande partie des roches de la zone de concrétion sont formées par de l'hydrate ferrique et par des produits alumineux colloïdaux instables. Certaines de ces carapaces arrivent à avoir jusqu'à 3 à 5 m. d'épaisseur et parfois même 10 m.

La cuirasse est souvent constituée par une roche solide, résistante, souvent riche en pisolites; l'hydrate d'alumine est en voie de cristallisation secondaire sous forme d'hydrargilitte. A la surface, même sous l'influence de la chaleur et des rayons solaires, il se produit une roche spéciale déshydratée : l'hydrohématite ou turgite.

Une latérite de surface déshydratée même partiellement a la faculté de réabsorber de l'eau pendant la saison des pluies et de la perdre pendant la saison sèche. On peut se demander si les feux de brousse ne contribuent pas au durcissement des carapaces formées à l'origine d'éléments cristallisés. Avec les braises reposant sur la cuirasse à nu, activées par le vent, il peut y avoir des actions de réduction et production de magnétite (DE CHATELAT).

Latérites fossiles. — Il existe en certaines régions d'Afrique des cuirasses ferrugineuses fossiles : tantôt elles affleurent; d'autres fois elles sont enfouies sous une profondeur plus ou moins grande de terre ou d'argile. Dans ce cas, la culture est possible si la terre superficielle n'est pas délavée. Ces latérites fossiles sont très répandues dans l'Ouest africain. N. REFORMATSKY les a étudiées dans l'Ouest de la colonie du Niger, entre 12 et 20° de latitude Nord, au Nord de la ligne Niamey-Maradi. Nous les y avons nous-même observées. Elles s'intercalent dans les *grès du Niger* de H. HUBERT (éocène continental) et se voient dans les falaises, le long des *dallols*. Parfois aussi, elles couronnent les buttes gréseuses ou éruptives. Quand elles s'intercalent entre les formations gréso-argileuses, il s'agit, pour les différents étages, de latérites d'âges différents. Ces latérites, en effet, n'ayant pu se former qu'à la surface du sol, il faut admettre, par périodes, l'arrêt de la sédimentation, et l'existence dans d'autres

périodes du régime continental favorable à la sédimentation. Les terres alors se couvraient de forêts. Dans ces latérites lacuneuses, on observe du reste des moulages de racines (ou de chaumes de grandes graminées?). Le climat actuel de ces régions du Niger, beaucoup trop sec, ne permet pas la formation de latérites. Elles ont été formées à une époque très reculée, alors que les conditions climatiques étaient celles de la zone guinéenne avec d'abondantes pluies alternant avec une saison sèche. D'après les formations sédimentaires sur lesquelles elles reposent, on peut penser qu'elles se sont formées au début et au milieu du tertiaire. Certaines latérites phosphatées reposent sur les horizons riches en phosphates qui se trouvent dans les couches calcaires de passage du crétacé à l'éocène : phosphates de la vallée morte du Tilemsi à Tamaguillel découverts par J. URVOY et CHIDAINE en 1935; phosphates de la vallée du Sénégal à Civé près Matam, découverts par F. JACQUET en 1935, cuirasse de latérite phosphatée du plateau de Thiès et de la région de Pallo au Sénégal, épaisse de 14 m. et recouvrant un horizon de calcaire de l'éocène inférieur très riche en phosphate de chaux (G. ARNAUD, 1945).

D'autres latérites des environs de Dakar recouvrant les basaltes datent du début du quaternaire. On y a trouvé de l'outillage chelléen. Enfin, en Guinée française, en Haute-Côte d'Ivoire et dans l'Oubangui-Chari, il existe des latérites fossiles moins anciennes encore, se présentant en bancs superposés, parfois très épais, comme aux environs de Conakry où ils forment une épaisse cuirasse de minerai de fer. Ces dalles fossiles sont parfois recouvertes d'assez de terre pour porter une végétation forestière normale (AUBRÉVILLE). Il en existe aussi sur le versant des vallées. Des mouvements orogéniques récents sont à l'origine de ces vallées, mais il semble que quand ces vallées dans le Nord-Ouest de la Guinée se sont creusées, des bancs de latérite existaient déjà.

IV. — COMMENT SE FORMENT LES LATERITES ET LES CARAPACES.

H. SCAETTA explique ainsi la formation des latérites et des carapaces : « Le sol intertropical se différencie nettement de tous les autres par une caractéristique essentielle : une roche quelconque étant le point de départ, on aboutit rapidement (en des temps historiques) et invariablement à une seule et unique néo-roche : la *latérite* sensu stricto.

« La cuirasse latéritique peut être envisagée comme le sommet d'un arc parabolique. Un nouveau sol déjà formé, entre-temps, ou une nouvelle roche sous-jacente sont mis à découvert. A leur tour ce sol, ou cette roche, vont subir l'attaque du climat et décriront la courbe descendante de l'arc parabolique dont nous venons de parler,

la courbe descendante étant représentée par l'attaque, la désagrégation et l'enlèvement de la cuirasse et ainsi de suite... Les sols tropicaux évoluent donc dans le temps et cette évolution implique l'intervention d'une énergie. L'énergie physico-chimique est fournie surtout par la radiation solaire et elle est véhiculée par l'eau et les gaz. La période de temps nécessaire au sol pour atteindre le terme ultime de son évolution aura donc une durée variable en fonction de l'intensité de la radiation et de la quantité d'eau en circulation. S'il y a un couvert végétal, les choses se passent différemment C'est le végétal qui utilise une grande partie des radiations et qui absorbe par ses racines assez rapidement, une grande partie de l'eau tombée; il l'utilise en partie, mais il en rejette aussi dans l'atmosphère une partie importante par la *transpiration*. Le végétal peut la retenir aussi en partie par ses racines et ses feuilles et elle retourne par évaporation et transpiration dans l'air. Une faible partie seulement s'infiltre dans le sol, surtout en forêt. Le climat (*et la végétation*) (1) sont donc la source énergétique de tous les phénomènes de formation et de vieillissement du sol. Climat et sol demeurent deux termes de la vie biologique subordonnés l'un et l'autre comme cause à effet. »

Ainsi donc, à la base de l'arc parabolique, la dégradation du sol ou de la roche-mère commence, sous la forêt dense, par un léger lessivage et une pénétration lente en profondeur d'une eau plus ou moins chargée d'acide carbonique. Elle entraîne avec elle verticalement et latéralement sur les pentes, les bases dissoutes, la silice colloïdale, une partie des oxydes de fer et d'alumine. Sous la forêt dense ombrophile, ces substances peuvent s'enfoncer jusqu'à 30 m. de profondeur. La roche-mère perd ainsi ses bases alcalines et alcalino-terreuses, mais en plus elle a perdu une grande partie de la silice. Ce sol forestier est constitué presque exclusivement par un minéral argileux, la Kaolinite. Il est rouge; malgré l'argile latéritique, il est perméable et granuleux. Les racines des arbres s'y enfoncent profondément et vont y puiser l'eau et les substances minérales nécessaires à la vie végétale. Par contre, les terres superficielles sont pauvres en produits chimiques, à part une mince couche d'humus qui fixe l'azote et recueille par l'eau de pluies les poussières minérales captées par la tête des arbres. Ce sol rouge est essentiellement de vocation forestière. La forêt luxuriante qu'il porte s'est formée lentement au cours des âges. Elle a sans doute des millions d'années d'existence sur l'emplacement où on la trouve de nos jours. Elle n'emprunte que peu de chose au sol et vit pour ainsi dire sur elle-même.

Mais qu'elle vienne à être défrichée, ou qu'elle recule par suite de changement de climat, de ravinement, d'incendies qui peuvent être provoqués par la foudre, là où elle est clairiérée et soumise à

(1) L'addition de ces trois mots est de nous.

une saison sèche, les conditions de vie et d'évolution du sol vont changer rapidement.

Le déboisement. — Il n'y a vraisemblablement pas plus de cent mille ans que l'espèce humaine (*Homo sapiens*) est en possession du feu et qu'elle peut l'utiliser pour brûler les herbes sèches dans les régions à longue saison sèche ou même pour abattre les arbres en forêt ombrophile, en accumulant des branches mortes que l'on brûle au pied des arbres. Les savanes herbeuses ont pu s'étendre dans les pays semi-arides grâce au feu et les phénomènes de latéritisation qui étaient d'abord lents se sont accélérés.

Mais c'est surtout après l'invention de l'agriculture, et lorsque l'homme a été en possession d'outils permettant de défricher, de remuer le sol, d'abattre les arbres (il y a 5.000 ans au plus) que les phénomènes de dégradation des sols et de latérisation se sont accélérés et que le lessivage des terres là où la forêt disparaissait a pris une grande intensité. Alors la courbe parabolique de latérisation a atteint son sommet dans les contrées déboisées et les sols séniles se sont multipliés dans les pays tropicaux.

Dans les pays les plus ravagés, la carapace ferrugineuse s'est formée à la surface et rend toute culture impossible.

Mode de formation des carapaces ferrugineuses. — Pour que la carapace se forme superficiellement, il faut que le sol soit en grande partie dénudé. Dans les steppes et les territoires déboisés où l'évaporation l'emporte de beaucoup sur la lessivation, il se fait une remontée ferrugineuse; il se forme un orstein de surface; l'horizon illuvial est en haut. Alors la carapace se forme au ras du sol. Non seulement la savane arborée est éliminée, mais même les prairies de plantes herbacées ne peuvent plus croître. La roche ferrugineuse affleure à la surface. La plupart de ces carapaces ferrugineuses ont pris des siècles et même des millénaires à se former; elles témoignent de la haute antiquité des savanes herbeuses. Mais il en est aussi de très récentes. Dès qu'une argile latéritique est mise à nu par la disparition du couvert forestier, ou même du revêtement herbeux, les phénomènes de ferrugination superficielle se font sentir. Si les sols sont fréquemment découverts, les matières ferrugineuses tendent à se rapprocher progressivement de la surface. La carapace est le résultat final de la latéritisation. Ce n'est pour ainsi dire plus un sol mais un minerai de fer superficiel. Un sol latéritique tangent au stade de la carapace est un sol enrichi en Fe et en Al et appauvri en SiO^2. Une carapace latéritique résulte de l'ascension des sels ferrugineux, de leur déshydratation et oxydation plus ou moins complète, de leur insolubilisation et de leur concrétionnement en carapace ou blocs à caractère rocheux. C'est le stade final quasi irréversible mais nullement obligatoire d'un sol suivant le processus évolutif de

la latéritisation. L'ascension des sels ferrugineux formant les carapaces peut se faire par capillarité (en période de sécheresse) ou par entraînement avec les eaux ascendantes de la nappe phréatique. Le mauvais état physique du sol (dû au ravinement, à la dénudation du sol et parfois aux cultures épuisantes) entraîne l'augmentation de l'évaporation et des variations de la nappe phréatique et par conséquent favorise le concrétionnement. L'explication physico-chimique du phénomène allitique semble actuellement la plus cohérente et la plus généralement admise. Elle ne saurait cependant expliquer complètement le phénomène sans sous-entendre une réaction en chaîne provoquée par les radiations, par les alternatives de sécheresse et d'humidité et se continuant une fois commencée, même dans des conditions modifiées et à la fois en surface et en profondeur. En effet, les facteurs initiaux déterminant la latéritisation : intensité des rayons solaires frappant le sol, chaleur et force pénétrante des pluies perdent tous leurs caractères lorsque la carapace se forme au-dessous de la surface, parfois à plusieurs mètres de profondeur, comme cela se passe dans les sols vieux. Une eau qui s'est longuement infiltrée dans le sol perd toute violence et prend la température ambiante du milieu. Le phénomène de la bovalisation demande beaucoup de pluies, mais cela ne suffit pas, comme nous l'avons constaté au Jardin de Dalaba au Fouta-Djallon, sur l'emplacement du Jardin botanique où depuis trente ans existe un couvert dense arboré (voir *R. B. A.*, 1947, p. 335), le sol reprend ses capacités absorbantes sans concrétions, tandis qu'aux environs, dans les endroits où le couvert arboré a été supprimé, la latéritisation du sol est activée et elle tend vers le stade carapace.

Dans tout le Fouta-Djallon, il n'est pas douteux que par suite du déboisement et de mauvaises techniques agricoles la bovalisation est en grand progrès. Des terres arables que nous avions vues nous-même il y a trente ans encore très propres à l'agriculture, sont aujourd'hui bovalisées, couvertes d'une carapace qui affleure, ou qui se tient à quelques centimètres de profondeur, couverte d'un maigre gazon de plantes qui supportent une grande humidité à la saison des pluies et qui résistent à la sécheresse quand survient la saison d'aridité. Trois espèces sont particulièrement caractéristiques de ce milieu. C'est en premier lieu, une Graminée *Rhytachne rottboellioides* DESV., en second lieu, deux Cypéracées : *Eriospora pilosa* Benth. et *Carex neo-Chevalieri* Kukenthal. Aux marais de la saison des pluies succède sur le boval une aridité complète en saison sèche. Bien entendu, aucune plante cultivée ne peut vivre sous ce régime. Par des transformations du sol, par des irrigations rationnelles, on pourrait cependant en tirer parti. Actuellement, ces terres, par suite du déboisement et d'une agriculture mal comprise, sont devenues inutilisables. C'est le cas d'une grande partie de la Guinée, surtout aux altitudes comprises entre 600 et 1.500 m. d'altitude. La bovalisation depuis

cinqante ans a fait des progrès immenses; l'érosion y a ajouté ses méfaits et bientôt il n'y aura plus guère de terres cultivables si on ne réagit pas.

Interventions d'organismes dans la formation des carapaces superficielles. — Il semble bien qu'il n'y a pas que les radiations solaires et les forces physico-chimiques en chaîne qui interviennent dans la formation des carapaces superficielles de conglomérats latéritiques. Divers auteurs, en particulier T. HOLLAND (1903) et D. W. BISHOPP (1937) ont émis l'hypothèse que les micro-organismes seraient le point de départ de la ferruginisation.

Les conditions limites du milieu dans lesquelles la latéritisation est possible, écrit DE CHATELAT, peuvent être invoquées pour justifier l'hypothèse des micro-organismes : limite dans les conditions climatologiques.

« On peut penser logiquement que ces restrictions peuvent mieux s'adapter à des phénomènes régis par des causes bio-chimiques, qu'à des phénomènes uniquement mécaniques, chimiques ou électrocinétiques (FOX). Si cette altération leur était uniquement due, le phénomène de la latéritisation aurait plus d'étendue au point de vue régional (ou géographique). Cette hypothèse permet également d'envisager des périodes de « virulence » pendant lesquelles la latéritisation attaquerait vigoureusement les roches, suivies de périodes de calme... Toutefois, ajoute l'auteur, si des microorganismes entrent en ligne de compte dans ces processus, ils ne peuvent être considérés que comme faisant partie de la limite où il est difficile de distinguer entre la vie et le règne minéral. »

Il semble que l'auteur ait voulu faire allusion aux virus dont on venait alors de découvrir qu'ils avaient la propriété de se manifester parfois sous forme de cristaux. Il nous paraît plus probable que les microorganismes qui agissent sont des Bactériacées. Peut-être même qu'interviennent parfois des Bactériophages pour arrêter ou ralentir la latéritisation.

Tout récemment, deux savants français MM. A. SARTORY et J. MAYER ont isolé d'une eau minérale de Suisse (eau de Meltengen qui est sulfatée, calcique et légèrement magnésienne, dont l'origine primaire doit se situer dans des dépôts lagunaires de la période triasique ou du début du secondaire), ils ont isolé, disons-nous, deux Bactéries ferrugineuses : *Galionella ferruginea* et *Leptothrix ochracea* qui, en culture âgée sur milieux ferreux ou manganeux dépourvus de substances organiques et surtout d'hydrates de carbone utilisent le fer ou le manganèse qui se fixent à l'oxygène. Les sels ferriques ou manganésiques sont stables et n'interviennent plus dans ces conditions ni comme facteurs énergétiques, ni comme éléments de synthèse du métabolisme de ces organismes (*C. R. Acad. Sc.*, t. 225, 1947, p. 600).

Le *Leptothrix ochracea* est une Bactérie allo-autotrophe. Le carbonate ferreux fonctionne comme accepteur d'oxygène et se transforme en carbonate ferrique. Ce sel ferrique en présence de produits organiques réducteurs est utilisé comme source d'oxygène. L'oxyde ferrique hydraté se transforme partiellement en carbonate, régénère le carbonate ferreux. Il y a donc un cycle respiratoire et le fer peut encore être considéré comme facteur énergétique. Il en est autrement pour *Galionella ochracea*, représentant un deuxième groupe, nous écrit M. A. SARTORY. Cette Bactérie est strictement chimio autotrophe. Elle utilise le fer comme accepteur d'oxygène. Elle crée donc des dépôts ferriques ou manganésiques. On pourrait donc admettre que le premier groupe (*Leptothrix ochracea*) prépare le terrain, mais en principe il faut supposer que le deuxième groupe (*Galionella*) agit comme agent principal de formation de ces carapaces ferrugineuses.

Pour le moment, tant que des études biologiques n'ont pas été faites sur les eaux ferrugineuses qui remplissent les petites cavités de la carapace à la saison des pluies, on ne peut rien affirmer. Il est même probable que ce sont d'autres organismes qui vivent à la surface humide des croûtes ferrugineuses puisque celles-ci se trouvent en jour à des températures comprises entre 25 à 35° C.

Toutefois, les travaux de SARTORY et MAYER laissent prévoir que des microorganismes interviennent aussi dans la formation des cuirasses qui se forment encore de nos jours dès que le sol rouge est mis à jour et piétiné, ce qui se constate encore à l'heure présente notamment le long des routes nouvelles en Guinée française. Ces microorganismes de la latérite vivent dans un milieu très acide; ils agissent en décapant les cuirasses produites antérieurement, en durcissant l'illuvium et font apparaître de nouvelles cuirasses superficielles déshydratées.

A. LACROIX a exposé d'une manière très exacte comment les choses se passent : « Au début de la saison des pluies le sol est imbibé d'eau. Au bout de quelques semaines, la saturation est réalisée. Alors, de toutes parts l'eau sourd contenant des produits dissous (1). Ce doit être la période de destruction pendant laquelle la zone de départ s'accroît par la base et les phénomènes se complètent au voisinage de la surface. A la fin de la saison des pluies, cet écoulement intensif cesse peu à peu; le sol se dessèche, les solutions qu'il renferme se concentrent, sont aspirées par capillarité dans la zone supérieure; elles y cristallisent ou laissent déposer peu à peu les produits dissous, puis s'évaporent à la surface chauffée par le soleil où la précipitation et la concentration des hydrogels s'achève. On comprend

(1) Et aussi, c'est nous qui l'ajoutons, des Bactéries ferruginisantes et diverses Algues. A mesure que la sécheresse survient, les flaques d'eau s'assèchent, le peu qui reste prend une teinte ocracée ferrugineuse et à l'assèchement complet un enduit ferrique recouvre le fond des cuvettes (A. CH.).

aisément l'entraînement des sels alcalins, de ceux de chaux et de magnésie qui sont très solubles, mais il est singulier de voir aussi la disparition complète de la silice. Celle-ci doit être emportée à l'état d'hydrosol et ne se concentre nulle part ».

La latérite déposée par les moyens que nous venons d'exposer est tendre tant qu'elle possède son eau de carrière; elle durcit quand celle-ci s'évapore et que se fait sentir le contact de l'air et la sécheresse. La latérite de carapace, d'après la définition de LACROIX, est le résultat de l'évaporation de l'eau de carrière des produits colloïdaux hydroxydés et silicatés et particulièrement de l'hydrate ferrugineux.

C'est cette latérite en formation qui intervient pour souder entre eux les fragments de roche, les grains de sable, les pisolites quand il s'en est formé et constituer le conglomérat ferrugineux qui affleure sur les bovals. Sur les sentiers piétinés, la latérite est homogène par suite du durcissement en masse de l'hydrate ferrugineux quand la sécheresse succède à l'humidité d'hivernage.

Action des feux de brousse. — De nos jours les feux de brousse jouent un grand rôle dans la bovalisation. Les cuirasses latéritiques récentes n'existent que dans les zones où les incendies d'herbes sévissent et il semble bien que les cuirasses quaternaires n'ont commencé à se former en Afrique tropicale que lorsque l'homme primitif a été en possession du feu et a commencé à allumer des feux d'herbes. De nos jours encore le feu de brousse est le principal agent de la bovalisation. La sécheresse, une grande partie de l'année, a évidemment un rôle néfaste, mais les feux de brousse et les défrichements ont aujourd'hui les mêmes effets que les changements de climat dans le passé.

Comme l'écrit AUBRÉVILLE, « les causes de la formation actuelle des bovals sont donc, toutes ensemble, les unes influençant les autres : l'érosion par décapage, le durcissement et l'imperméabilisation définitifs des croûtes concrétionnées près du sol, le dépérissement physiologique de la végétation arborée, les feux de brousse qui accélèrent sa destruction... Ils aboutissent à rendre d'immenses régions inhabitables en dehors des vallées; ils réduisent finalement les réserves d'eau, puisque toutes les eaux de pluies, dans l'impossibilité de s'infiltrer, ruissellent aussi rapidement que le permettent les pentes vers les rivières et la mer, entraînant les dernières couches de terre (1). Tous les pays à revêtement de cuirasse ferrugineuse sont donc condamnés à devenir désertiques. »

(1) Et surtout la mince couche d'humus ainsi que les bases provenant des cendres, des feuilles mortes et des poussières atmosphériques (Note de A. CH.)

Les incendies naturels causés par la foudre ou par le volcanisme sont rares. C'est l'homme qui est responsable des feux de brousse. Le plus souvent, c'est intentionnellement qu'il allume les feux aux herbes sèches. Ce sont en premier lieu les cultivateurs qui mettent le feu à la brousse sèche pour préparer le défrichement, puis les pasteurs afin d'obtenir la repousse rapide d'herbes vertes, les chasseurs pour le même but, enfin les villageois qui incendient la brousse pour dégager les abords des villages et détruire ou éloigner les animaux nuisibles.

Le feu allumé à un espace restreint s'étend souvent à des dizaines de kilomètres. Toute la végétation est incinérée. Quelques arbres et la végétation souterraine résistent, le reste est brûlé et ne repousse pas. Il se produit une sélection naturelle des végétaux et seuls persistent ceux que l'on nomme des *pyrophytes* et qui s'adaptent aux nouvelles conditions : en premier lieu certaines plantes vivaces herbacées, géophytes ou Graminées à souches vivaces profondément enfouies, plantes à rhizomes, arbres ou arbustes émettant après le passage du feu de nombreuses repousses, dont certaines s'adaptent aux nouvelles conditions en produisant au ras de terre de courts rameaux qui fleurissent et fructifient chaque année avant le passage du feu. C'est ainsi que se sont transformées certaines lianes qui fournissent maintenant le caoutchouc des herbes. Certains arbres deviennent sur les bovals incendiés, ou aux environs, des sous-arbrisseaux de quelques décimètres de hauteur. Quelques plantes herbacées annuelles, des ubiquistes, s'adaptent aussi en végétant rapidement pendant la saison des pluies et en produisant une grande abondance de graines. Des espèces vivaces ayant au ras du sol un feutrage de poils, de feuilles radicales courtes formant une gaine autour des bourgeons radicaux et les protégeant du feu résistent aussi. Ces espèces pyrophiles sont en nombre réduit et la flore s'appauvrit considérablement. Il ne subsiste plus que des boqueteaux et des espaces nus. Le sol dénudé durcit; les rayons solaires et le passage du feu détruisent les microorganismes de la terre superficielle. Du reste, celle-ci (et en particulier les cendres provenant de la combustion des herbes et des arbres) est entraînée par ruissellement à la saison des pluies, car les eaux ne s'infiltrent plus que faiblement dans le sol; par contre, la remontée des solutions ferrugineuses est activée quand débute la saison sèche. Il n'y a pas d'incorporation des sels de la cendre, car celle-ci est entraînée au loin ou emportée par le vent. Aussi les sols allitiques s'acidifient rapidement après le passage du feu. Le sol est partiellement stérilisé; les échanges gazeux ne se font plus. Le climat du sol est modifié, ce qui favorise la latéritisation (SCAETTA). En quelques années, un sol assez fertile, s'il a été aménagé rationnellement, est transformé en carapace.

« Pendant les jours, voire les semaines qui suivent l'incendie, écrit HARROY, l'économie hydrique des horizons superficiels peut

être compromise : le sol est exposé à une profonde dégradation par les phénomènes allitiques, à une érosion violente s'il est en pente, enfin à une stérilisation presque complète par les gouttes d'eau qui frappent violemment la surface et par les ondes courtes qui font sentir leur effet sur le sol même qui n'est plus protégé par un écran végétal.

Et l'incendie se renouvelle chaque année, parfois deux fois en un an. Les termites ajoutent leurs effets nuisibles, la latéritisation survient plus ou moins rapidement.

V. — ROLE DES TERMITES DANS L'APPAUVRISSEMENT DES SOLS.

Partout où la latérite affleure à la surface du sol, ou bien là où elle se trouve à une faible profondeur, il existe des termitières. Ce sont des monticules plus ou moins importants suivant les espèces de termites qui les ont édifiés. Dans l'Ouest africain seulement, on en compte de nombreuses espèces. Les plus remarquables sont :

Bellicositermes natalensis Hav. qui construit les monticules en clochetons, s'élevant à 5 ou 6 m. de hauteur au-dessus du sol et formés d'un limon dur jaunâtre.

Bellicositermes bellicosus Smeath. dont les monticules en dômes peu élevés se tiennent ordinairement au pied des Palmiers.

Eutermes (Cubitermes) fungifaber Sjost. construit sur les bovals des termitières en champignon; hautes de 30 à 50 cm., en limon brun et constituées par 1 à 3 chapeaux superposés;

Odontotermes vulgaris Hav. qui vit sur les sols formés d'argiles latéritiques. Il trace partout à la surface du sol ses galeries superficielles de terre rougeâtre et s'attaque aux bois, aux pailles et à toutes les autres matières végétales;

Ancistrotermes cavithorax Sjost. dont les meules édifiées sous terre forment une légère boursouflure au-dessus du sol;

Eutermes (Microtermes) parvulus Sjost. dont les meules se trouvent dans le sol sablonneux à plus d'un mètre de profondeur et qui cause un grand préjudice les années de sécheresse aux Arachides du Sénégal.

Microtermes sudanensis répandu dans les sols du bassin du Niger et dont les meules sont également souterraines.

Toutes les espèces de termites jouent un très grand rôle dans l'économie des sols, rôle à la fois utile et nuisible. Leur rôle est utile quand ils détruisent certaines matières végétales mortes (feuilles, pailles, etc.) en les faisant rentrer dans le cycle biologique et enrichissant ainsi le sol en azote utilisable. Par contre, leur rôle est

nuisible quand ils trient dans le sol les limons fins et d'autres substances minérales pour les employer à la construction des termitières. Certaines espèces, comme *Eutermes parvulus*, entraînent en profondeur dans le sol certaines matières organiques comme les bouses, les fumiers, les composts, pour les employer à la construction de leurs meules. Ils appauvrissent ainsi le sol arable qui nourrit les plantes herbacées.

Les termites de la savane sont des nettoyeurs et des terrassiers. Le *Cubitermes fungifaber* des bovals rassemble pour construire ses termitières le peu de terre végétale qui s'est déposée sur les cuirasses et les rend encore plus stériles.

Le R. P. Jules CASTHELAIN attribue la pauvreté de l'Afrique tropicale aux termites. Ce sont ces insectes qui enlèvent l'humus et le transforment. TROCHAIN remarque que les termitières (de *Bellicositermes?)*, même là où il n'y a pas de calcaire aux environs, ont une réaction basique et ils arrivent à trouver un peu de chaux dans le sol. Ils vont chercher souvent loin dans le sol ou à la surface ce qui est nécessaire à l'édification de leurs constructions ou à la vie de leurs nombreuses populations.

Dans certaines régions de l'Afrique, les termites sont si abondants que c'est à leur activité qu'est due la formation de sols spéciaux. Les monticules de termitières sont parfois si rapprochés qu'ils se touchent presque. Quand succombent les colonies, il se forme des terrasses particulières sur lesquelles vit une végétation spéciale. Il se forme des « sols-termitières » qui se superposent au sol ancien formé souvent de latérites. Il peut s'établir à la longue de tels sols au-dessus des carapaces latéritiques à moins que l'érosion ne disperse à la longue les apports de terre dus aux termintes. Il peut arriver aussi que le feu de brousse attaque les grandes termitières sur lesquelles croissent souvent des arbres et des arbustes. Les limons qui entrent dans la construction subissent parfois une cuisson énergique qui leur donne souvent un aspect de brique pilée. Cette cuisson provoque une certaine déshydratation des produits argileux et peut faire éclater les grains de quartz (E. DE CHATELAT).

VI. —DEGRADATION DES SOLS TROPICAUX CULTIVES.

Il n'y a pas de doute que l'extension des cultures faites en Afrique tropicale suivant de mauvaises techniques et le raccourcissement des jachères ont pour effet d'amener rapidement la dégradation des sols et, dans les régions où le climat et la pente s'y prêtent, ils peuvent amener la bovalisation, c'est-à-dire la stérilisation complète. Déjà au Congo belge et dans l'Oubangui-Chari, l'extension de la culture du cotonnier suivant des méthodes extensives a pour résultat de stériliser les terres et de les rendre improductives pour de

longues années. Sur les hauteurs du Fouta-Djallon, en Guinée française, nous avons constaté (et AUBRÉVILLE a fait la même constatation) que les bovals qui couvrent déjà de vastes étendues prennent une extension catastrophique. Ils se forment à la suite de défrichements entrepris par les Africains sur des sols superficiels recouvrant des carapaces. La couche de terre arable est devenue très mince (parfois quelques centimètres seulement. On ne peut plus y cultiver qu'une céréale le Fonio (*Digitaria exilis*), graminée minuscule qui n'a pas besoin de beaucoup de terre pour croître — et encore on est obligé souvent d'amasser cette terre en buttes. — Les Foulahs ne disposant plus de terres suffisamment étendues pour faire leurs cultures vivrières ont raccourci les jachères — 4 à 5 ans, au lieu de 7 à 10 ans. — Bientôt ils ne disposeront plus d'espaces suffisants pour cultiver les plantes destinées à leur alimentation. Il faudra remonter la terre de vallées, sur les hauteurs à dos d'homme et faire des murettes pour la maintenir. Les roches nues ou la carapace de latérite s'étendent aujourd'hui sur d'immenses étendues. Le pays sera bientôt inhabitable si on n'y apporte pas des remèdes rapides. Il en est de même dans beaucoup de régions du Soudan français et de l'Oubangui-Chari.

La dénudation et l'érosion sont les principales causes de l'appauvrissement des sols mal cultivés en Afrique tropicale et surtout équatoriale.

Tout récemment, un agronome belge G. BRACONNIER qui a étudié la pédologie des sols cultivés du Congo belge a donné une explication plausible de leur appauvrissement :

« La terre pour être meuble, écrit-il, doit rester perméable à l'eau. La porosité pour l'air et l'eau dans un bon sol doit être environ de 50 % de porosité totale (25 % de microporosité et 25 % de macroporosité). Celle-ci doit donc représenter environ un quart du volume du sol in situ; la macroporosité ne peut s'obtenir que si un pourcentage élevé des fines particules individuelles (sable fin, limon, argiles) se sont groupées en éléments plus gros ou *agrégats*. Pour que l'agrégation ait chance d'avoir lieu, il faut non seulement la présence de particules fines, mais il faut aussi qu'elles puissent se rassembler sous l'influence d'actions physiques ou physico-chimiques et il faut qu'un agent de cimentation les maintienne groupées. Cette cimentation pourra être par ailleurs plus ou moins définitive ou seulement temporaire : si le liant est l'argile colloïdale ou le complexe argilo-humique, les agrégats sont de caractère labile, car ces ciments se dispersent sous l'action d'une hydratation excessive; mais les agrégats sont stables quand les micelles sont liées par le complexe colloïdal argile-hydroxyde de fer ou par l'hydroxyde de fer déshydraté. Ainsi conçoit-on que pour une terre cultivée, il faut que la structure du sol soit dynamique, qu'il existe des agents constructifs et des causes

destructives et que la structure se modifie suivant l'un et l'autre des agents. Les agents constructifs sont :

a) la présence de cations, surtout Ca^{**} et H^{*} qui diminuent le potentiel Z du macro-ion Argile, ce qui occasionne sa floculation;

b) la compression exercée par les particules individuelles ayant pour effet de les rassembler. Cette compression peut être causée par des alternances d'humidité et de sécheresse d'origine climatique ou encore sous l'influence déshydratante des poils absorbants. La pression créée sur la racine au cours de sa croissance y contribue également;

c) la présence de liants tels que l'argile colloïdale ou la matière humique, ou bien encore l'hydroxyde de fer.

Toutes les causes qui tendent à éliminer les facteurs précités ou leurs effets sont des agents de la dégradation de la structure. Citons le *tassement* provoqué par la marche des hommes et des animaux, la diminution de la matière végétale morte et l'hydratation excessive du sol. Mais l'effet le plus destructeur se produit quand à l'excès d'eau se joint l'action comprimante de la force cinétique des gouttes de pluie. Les granules, dont la stabilité est déjà affaiblie, s'effritent sous le choc violent des gouttes ou éclatent sous la pression d'air comprimé par l'arrivée brusque de l'eau qui se précipite de toutes parts; l'argile et le limon fin ainsi dispersés sont entraînés dans les macrospores qu'ils finissent par obturer; la vitesse d'infiltration est rapidement amoindrie. Il se produit un ruissellement en surface ou au contraire l'érosion si le sol est superficiellement meuble et finalement, quand survient la sécheresse, le durcissement en croûte.

Ainsi se dégradent rapidement les sols tropicaux dénudés ou privés du couvert forestier qui les avait jusqu'alors abrités.

« La destruction de la structure à la surface du sol est extrêmement importante et les conséquences défavorables de cet état ne sont pas toujours évaluées à leur juste valeur. Quand la surface de l'horizon A est complètement ou partiellement oblitérée, il devient le facteur limitant pour l'eau et pour l'air de toute la zone radiculaire, quel que soit le haut degré de structure que les horizons sous-jacents puissent avoir, tout au moins pour les sols profonds dont la nappe phréatique est éloignée. Ces considérations valent surtout pour les régions équatoriales où les pluies sont souvent d'une grande intensité et la structure souvent sableuse (dans la cuvette congolaise).

De nombreux pédologues ont trouvé que la structure du sol est corrélative de la couverture, du genre de plante cultivée et de sa densité. L'école russe (WILLIAMS, ILMANJEV, PAVLOV, etc.) a notamment montré les bienfaits qu'apportent les Graminées pérennes dans la rotation. Mais c'est surtout la forêt qui conserve la couche superficielle meuble et qui l'améliore par ses écrans successifs qui amor-

tissent la chute des gouttes de pluie (feuillage de la futaie et du sous-bois, couche superficielle de feuilles mortes), par le travail des racines, par la matière humique, par les espaces vides que laisse la décomposition de tous les détritus qui se déposent sur le sol forestier.

Nous avons constaté nous-même le bien fondé de cette remarque par l'observation de l'îlot forestier du Jardin botanique de Dalaba installé il y a une quarantaine d'années sur un terrain durci et entièrement dégradé. Le sol est redevenu meuble et se prêterait à des cultures si on le défrichait. Cela explique aussi le système de culture des Bantous qui consiste à reboiser un terrain épuisé, en ensemençant au besoin des arbres et des *Elaeis* et à venir le cultiver de nouveau quand cette jachère arborée s'est reposée pendant vingt ou trente ans.

Mais quand un champ est depuis longtemps dénudé, sa dégradation est profonde. On peut dans certains sols ramener la fertilité par des labours profonds. Dans les terres latéritisées, cela n'est pas possible; seule la longue jachère arborée permet au sol épuisé de retrouver sa fertilité. Après l'abattage des arbres, le travail à la charrue ou même à la houe ramène à la surface les agrégats de la couche inférieure et enfouit la couche superficielle qui sera régénérée par la matière organique, par les colloïdes, par les racines mortes qui en se décomposant redonnent au sol une grande porosité. On maintiendra le sol assez longtemps fertile par des apports d'engrais et en l'abritant contre les radiations solaires d'une part et, d'autre part, contre les grosses chutes de pluie par des écrans végétaux.

En atténuant légèrement l'acidité du sol par du phosphate tricalcique de chaux, par du carbonate de chaux en décomposition ou même par de simples roches éruptives basiques enfouies ainsi que le conseille SCAETTA, on empêche la terre cultivée de se fatiguer. Les plantes trouvent dans ce sol cultivé leurs aliments minéraux, sans aucune crainte d'immobilisation latéritique.

C'est surtout par la disparition de la couverture végétale que le sol des tropiques se dégrade et passe, si les circonstances nécessaires sont réalisées, à l'état latéritique et parfois à l'état de carapace.

Il faut donc assurer aux sols tropicaux une bonne couverture et un stock suffisant d'humus. Celui-ci joue un rôle protecteur vis-à-vis des argiles et en particulier dans les complexes argilo-humiques.

Le complexe argilo-humique est presque l'unique mécanisme régulateur de l'absorption des radicelles. La plante, par ce complexe, parvient à retirer du sol tropical pourvu de quantités appréciables de fer et d'alumine, les éléments nécessaires à sa vie et à sa croissance, mais elle n'y parvient que si le sol contient suffisamment d'humus et si les récoltes ne l'épuisent pas trop. Pour les cultures

coloniales riches : en particulier Caféier, Cacaoyer, Bananier, etc., une exportation annuelle considérable d'éléments minéraux et une destruction rapide d'éléments organiques s'opèrent pendant les années d'exploitation intensive, et si on ne les apporte pas fréquemment, le sol est rapidement fatigué et s'épuise à la longue.

Trop de colons cherchent à tirer de sols relativement pauvres sans apports d'engrais et sans façons culturales rationnelles le maximum de rendements en un temps court, sans se préoccuper de l'avenir. Ainsi se sont dégradés rapidement tant de sols tropicaux. Les techniques agricoles primitives des Noirs étaient beaucoup plus conservatrices du sol. On n'exploitait les champs défrichés que deux ou trois ans de suite; puis on laissait la forêt se reconstituer et on ne revenait cultiver sur le même emplacement que quand l'humus était revenu.

Comme l'indique J.-P. HARROY, « l'agriculture indigène dont tous les produits sont consommés sur place, avec retour immédiat au sol des déchets, inflige aux terrains superficiels une perte de substance bien moindre que les plantations destinées à alimenter des courants d'exportation. »

VII. — REGENERATION DES SOLS AFRICAINS ET LUTTE CONTRE LA BOVALISATION.

Dans les paragraphes qui précèdent, nous avons montré comment se dégradent les sols de l'Afrique tropicale et combien est déjà tragique la situation de certaines régions. Bien que les populations y soient clairsemées, le jour est proche où, dans certaines contrées, les habitants ne trouveront plus à se nourrir, principalement dans la zone guinéenne où la bovalisation et l'érosion, par suite des feux de brousse et des défrichements inconsidérés, ont déjà ruiné d'immenses étendues.

Il nous reste à rechercher les remèdes à l'état inquiétant actuel. Les moyens de remédier à la situation présente sont de trois ordres :

1° Il faut reboiser.

2° Il faut lutter contre les feux de brousse et contre l'érosion.

3° Il faut instaurer une agriculture rationnelle adaptée aux climats et aux possibilités de l'Afrique.

Cela demande des capitaux, des hommes compétents et une connaissance approfondie de la végétation de l'Afrique, de ses sols, des cultures modernisées qui y sont possibles et rémunératrices sans appauvrir la terre; enfin, il faut tenir compte aussi de l'état arriéré de la civilisation africaine. Pour mettre ces questions au point, il faut recourir à une véritable recherche scientifique, la recherche comme on la comprend en Russie ou en Amérique, c'est-à-dire qui ne perde

jamais de vue un but utilitaire immédiat à atteindre. Presque tout est encore à mettre au point. Il faut aussi une collaboration étroite entre la science et la pratique. A ce point de vue, nous nous demandons si notre recherche coloniale française ne s'égare pas en ce moment en faisant une place très prépondérante à la science théorique. Il a suffi de trente années à la Russie soviétique pour réaliser en Asie centrale, dans l'agriculture de populations aussi primitives que celle d'Afrique noire, des progrès gigantesques. On n'y a pas cherché midi à quatorze heures. On est allé au plus pressé. Grâce aux Kolkhoz et aux Sovkhoz, les découvertes des savants et des agronomes ont été mises au point et adoptées par les autochtones en très peu d'années.

En Amérique du Sud, en Afrique du Sud, aux Indes, les recherches de science appliquée ont aussi pris grandement le pas sur les recherches de science théorique.

A l'heure actuelle, l'Afrique noire est menacée de stérilité; ses peuples — les paysans surtout — vivent misérablement et rien ne permet de prévoir que leur sort va s'améliorer si l'on continue à traiter ce pays empiriquement. Les plans de mise en valeur des terres cultivables ou des forêts, élaborés récemment, ne nous semblent pas reposer sur des bases scientifiques sérieuses. Ils s'appuient sur des recherches rudimentaires. C'est en expérimentant préalablement, en faisant beaucoup d'essais pour reboiser les pentes qu'on arrivera à des résultats. Ces repeuplements doivent être faits avec des espèces ligneuses, les unes du pays, les autres importées. On reboisera ainsi les pentes des montagnes dans les régions les plus atteintes comme le Fouta-Djallon. On ne saurait trop lutter contre les feux de brousse. Ce sont eux, comme nous l'avons montré, qui sont responsables de la bovalisation. Quand l'incinération de la brousse est nécessaire pour obtenir des pâturages, il faut faire allumer les feux dès le début de la saison sèche et les surveiller. Le défrichement ne doit pas se faire par le feu, mais en coupant les arbustes à 30 ou 40 cm. de hauteur pour qu'ils rejettent de souche ensuite. Quand le bois est sec, on le réunit en tas espacés et on y met le feu de manière à obtenir des cendres nécessaires à la prospérité des cultures. De cette manière, le sol n'est brûlé que par places et l'incendie ne se propage pas. Si par malheur, celui-ci menace de se propager, des plantes et arbustes pare-feux (on connaît déjà un grand nombre d'espèces convenant pour les savanes tropicales) plantés autour de chaque secteur empêcheront l'incendie de se propager à grande distance. On utilisera aussi des patrouilles équipées pour combattre l'extension des incendies. Il suffirait de quelques décades, pendant lesquelles le feu ne serait pas allumé à la brousse, pour que la forêt tropophile (et la brousse arborée) se reconstituent et pour qu'un peu d'humus s'accumule à la surface, pour que le sol redevienne grumeleux et pour que

la poussée éluviale s'arrête. Là où il existe déjà une carapace enfouie dans le sol à une faible profondeur, une végétation arbustiforme mettrait plus de temps à s'installer, mais elle préparerait l'avènement d'une forêt clairiérée dans un avenir plus ou moins lointain. Et la bovalisation serait arrêtée.

Reboiser les savanes soudanaises et guinéennes et restreindre le plus possible les feux de brousse sont les seuls moyens que nous connaissions pour arrêter la dégradation des sols d'Afrique noire. De ceux-ci, il faut faire le plus tôt possible deux parts : 1° Ceux qui doivent être mis en réserves forestières intangibles où ni hommes ni troupeaux ne doivent avoir accès, par conséquent où agriculture et pacages doivent être interdits; 2° Les terrains utilisables pour l'agriculture et pour le pâturage. A notre avis, l'agriculture rationalisée de l'avenir devra surtout se concentrer dans les vallées qu'il faudra progressivement aménager pour y faire des cultures irriguées (Riz et autres plantes vivrières). Sans doute pourra-t-on tenter dans certaines plaines bien nivelées, moyennement fertiles (il n'y a jamais de terres très fertiles sur sols latéritisés), n'ayant ni carapaces, ni blocs de conglomérat, ni concrétions en profondeur, la motoculture coopérative sur des grands espaces après défrichement complet (enlèvement de tous les arbres et de toutes les souches) et en faisant périodiquement des apports d'engrais minéraux. Toutefois, une telle agriculture, plus ou moins analogue à celle des Kolkhoz de Russie ou aux techniques de l'Office du Niger, n'est pour le moment praticable qu'en de rares endroits qu'il faut déterminer et il n'est nullement certain à priori que de telles entreprises réussiront toujours et, frais défalqués, élèveront beaucoup le niveau de vie des agriculteurs noirs. En définitive, nous ne voyons pour le moment en agriculture indigène africaine qu'une seule amélioration possible en dehors des vallées irrigables : améliorer la culture sur jachères arborées, telle que la pratiquent les Africains en allongeant ou raccourcissant la durée des jachères et en domestiquant en quelque sorte la végétation qui les recouvre, de manière à moins user les sols en rationalisant en quelque sorte les techniques actuelles des Africains.

VIII. — AMELIORATION DE LA CULTURE INDIGENE SUR JACHERE.

La plupart des terres à réserver à l'agriculture ont déjà été défrichées dans le passé. Les jachères, depuis une cinquantaine d'années, ont été raccourcies; beaucoup surtout dans la zone guinéenne sont en voie de bovalisation. C'est une fatigue des sols amenant progressivement leur stérilité complète qu'il importe d'arrêter au plus tôt. Au Kénia et au Congo belge dans les régions de Yangambi et dans le Bas-Congo, des agronomes poursuivent actuellement des expériences en vue d'accélérer la reconstitution du couvert forestier.

L'indigène cultiverait toujours sur jachère arborée, mais celle-ci serait traitée suivant les méthodes nouvelles.

En certains endroits (dans la forêt), on commence à cultiver des couloirs défrichés de 100 m. de large avec lesquels alternent des bandes de forêt restées en place de même largeur. A l'intérieur du couloir, les plantations sont familiales (cultures vivrières et cultures de Cotonniers, le tout de 5 à 12 ha. par famille). L'année suivante, un autre couloir est mis en culture et ainsi de suite. Après huit ans, on envisage de revenir en arrière cultiver la première bande forestière non défrichée qui sera alors entourée de brousse secondaire âgée de 8 ans, puis la neuvième année la seconde bande de forêt intacte et ainsi de suite, de telle sorte qu'après quinze ans, on puisse revenir cultiver l'emplacement des parcelles cultivées les premières.

Dans les pays de savanes, il n'y a pas de remède analogue parce que la forêt tropophile a disparu; il ne subsiste le plus souvent que des brousses jeunes très clairiérées. Autrefois (il y a quarante ou cinquante ans, quand ont commencé nos explorations), la jachère arborée était conservée souvent pendant quinze à trente ans; le sol avait le temps de reconstituer sa fertilité. Actuellement, au Soudan, en Guinée française, les jachères sont ordinairement défrichées après trois à cinq ans de repos seulement.

Dans une étude récente, M. J. ADAM expose comment les choses se passent dans la région de la source du Niger. Dans les endroits encore peu dévastés, la culture dure en général un an sur une jachère de six à sept ans. Sur défrichement de douze à quinze ans, on sème deux fois de suite au bout desquels le sol est abandonné et la forêt secondaire se reconstitue. On comprend quels vastes espaces sont nécessaires aux cultivateurs même s'ils ne produisent que pour leur nourriture. Presque partout, il a donc fallu réduire considérablement la durée du repos. Les indigènes se sont mis à faire des jachères très courtes et ils cultivent jusqu'à ruine complète du sol. Quand il est complètement épuisé et que les souches sont mortes, les Graminées apparaissent partout; les rares semis d'essences en sont envahis. La forêt et même la brousse ont disparu sans espoir de retour; le terrain est mûr pour la bovalisation. De vastes territoires ainsi ruinés à tout jamais se voient par exemple dans les cercles de Haute-Guinée. Lors de nos premières explorations, il y a cinquante ans, les Noirs de la région nous racontaient que le grand chef esclavagiste Samory était en grande partie responsable de cet état de choses, car pour nourrir ses Sofas, il fallait mettre en culture tout le pays où il séjournait. Mais depuis cette époque le mal a encore beaucoup empiré.

Le remède à la situation actuelle est de revenir aux longues jachères, de planter ou d'ensemencer dans les places appauvries en plantes ligneuses de nouvelles essences, dont quelques-unes importées. On conseille aussi de planter à travers la brousse du Manioc que

l'on n'exploiterait pas. Il est urgent de concevoir une politique de récupération des sols épuisés par l'entretien réel des végétaux de la jachère arborée. Dans l'état actuel, la jachère est le seul moyen de reconstitution des sols épuisés. Le couvert arbustif et surtout forestier, de formation secondaire, protège le sol contre les radiations solaires et contre l'effet percutant des pluies sur le sol, effet si nuisible. Enfin, avec le temps, non seulement l'humus se reconstitue mais le sol s'améliore considérablement même en profondeur.

Grâce aux souches maintenues en place et qui émettent des pousses dès la première année de jachère, le sol est conservé; il reste poreux et aéré; à la saison des pluies, l'eau est retenue quelque temps et elle entretient à la surface du sol une activité biologique intense; l'azote fixe est retenu à la surface et enrichit les horizons supérieurs. Des bases provenant des poussières aériennes sont fixées par l'humus.

Enfin, d'après D. DRACHOUSSOFF, il existe en permanence dans le sol, même antérieurement cultivé, des réserves minérales non désagrégées « progressivement rendues assimilables au cours de la jachère et mises ainsi à la disposition des plantes. Dans ce cas, le bilan de l'agriculture indigène reste négatif et une restitution artificielle s'imposera tôt ou tard, car les réserves non désagrégées iront en s'épuisant ».

Tel est aussi notre avis. Certes, l'apport des poussières atmosphériques n'est pas négligeable; en outre, les arbres et arbustes de la jachère vont chercher en profondeur par leurs racines des éléments minéraux qui se répartissent ensuite dans le corps aérien de la plante : la chute annuelle des feuilles, des fleurs et des fruits apporte à la surface une partie de ces éléments, puis quand on brûle ou qu'on laisse pourrir les arbres lors du défrichement, on en restitue une certaine partie.

Mais tout cela ne suffit pas à la longue. Tôt ou tard, il faudra apporter au sol des reconstituants sous forme d'engrais, de compost, de paille et de débris végétaux (système taunya de l'Inde et de Birmanie) ou aussi comme le préconise H. SCAETTA en incorporant au sol soit des marnes, soit des roches éruptives déjà altérées (pourries) capables d'abandonner rapidement sous l'action énergétique du climat leurs constituants minéraux. Ainsi peuvent se reconsituer dans les sols séniles les systèmes colloïdaux dégradés (*C. R. Acad. Sciences*, CCXII, 1941, II, p. 445-447). Toutefois, suivant le même Auteur, rien ne vaut le semis d'arbres pouvant s'accommoder du climat et du sol et prospérer ensuite en enfonçant leurs racines en profondeur. Grâce à ces arbres vivant sur la jachère, le sol est protégé contre les brouillards, contre les grandes longueurs d'onde par la troposphère humide qui surmonte la voûte forestière. Les ondes de moyenne et de courte longueur qui dégradent la surface du sol sont

aussi arrêtées par la couche végétale (GEIGER). Il faut donc que même pendant la période de culture le sol reste le moins possible dénudé et que dès l'abandon de la terre en jachère, il s'établisse à sa surface un écran végétal.

Pour réagir contre la dénudation du sol, même en période de culture, P.-J.-J. RENARD recommande de laisser dans les champs de Cotonniers et de plantes vivrières les rejets de souche et les jeunes plantules d'arbres et d'arbustes qui se développent spontanément. Le maintien des rejets est essentiel comme point de départ de la régénération arborée. On devra seulement en faire un étalage judicieux jusqu'au moment de la récolte du coton pour ne pas porter préjudice à celui-ci. Après dix mois de repousse, certains rejets ont déjà 1m10 à 2m20 de hauteur suivant les essences. Cela n'empêche pas les Cotonniers de donner (dans l'Ouellé) 450 kg. de coton brut à l'hectare.

L'arrachage des plantes adventives peut avoir lieu jusqu'au moment de la récolte. L'enlèvement des jeunes rejets dans les champs de Cotonniers doit cesser fin septembre-début octobre, fin de la saison des pluies. A ce moment, les jeunes plantules (1) grandissent et le Cotonnier achève sa croissance. La couverture végétale est ainsi reconstituée dès la première année; elle protégera le sol contre l'action solaire directe et contre le battage excessif des pluies violentes; elle réduit aussi l'évaporation intense sur un sol découvert. La même recommandation s'applique aux régions subarides où on cultive l'Arachide, là aussi le sol ne devrait jamais rester dénudé en saison sèche

A la culture du Cotonnier en zone guinéenne succède celle du Manioc l'année suivante : les rejets et plantules forment déjà une petite forêt dans laquelle croît le Manioc.

La forêt secondaire se reconstitue progressivement. Le jour où l'on estime que la fertilité est reconstituée au bout de huit à quinze ans (suivant les régions), on l'abat suivant les techniques indiquées précédemment. Un débroussement normal pour cultiver le Cotonnier devra nécessairement subir l'incinération, mais en le faisant par tas et en prenant des précautions. Après celle-ci, les nombreuses branches demi-calcinées seront laissées sur le terrain dans les interlignes. Leur décomposition sera le point de départ de l'humidification ultérieure. A la troisième année, après le Manioc, on sèmera des Arachides, des *Voandzou* ou des *Vigna* dans les interlignes des rejets. Après la récolte, il n'y aura plus qu'à laisser la jachère se développer. Un reboisement de densité convenable ramènera par son système

(1) L'A. conseille de semer des graines d'arbres convenant au reboisement secondaire dans les interlignes du Cotonnier. Il faudrait 4 à 5 kg. de graines à l'hectare (surtout des Légumineuses : *Albizzia*, des *Karités* et des *Parkia* dans la zone soudanaise). On sème ces graines par poquets de 5 à 6 graines dans les interlignes du Cotonnier.

radiculaire les éléments du sous-sol dans la couche arable qui retrouvera ainsi sa fertilité. Grâce à ces précautions, il ne se forme plus de concrétions même dans le sous-sol. Pour combattre les feux de brousse, M. RENARD conseille de regrouper les indigènes par parcellement pour le travail en commun des champs.

Les parcelles ou blocs sont mis à l'abri des feux de brousse en les entourant d'une espèce résistant au feu. M. RENARD recommande le *Cassia siamea* (5 ou 6 rangées, espacées l'une de l'autre de 2 m. environ). C'est une essence rustique et abondamment fructifère, mais ce n'est pas une essence convenant pour la régénération, car elle ne rejette pas de souche (1). Afin d'éviter que les terres entourées de cette essence ne soient colonisées par le *Cassia*, il faudra ordonner la coupe de temps en temps, de manière à la maintenir en taillis. Ces pratiques agricoles de conservation du sol et de régénération, écrit M. RENARD, devraient être imposées par le Gouvernement comme méthodes culturales éducatrices. Elles devraient être répandues de suite dans toutes les régions d'Afrique tropicale où on cultive le Cotonnier.

IX. — CONCLUSIONS.

Il apparaît bien toutefois que le statut de l'agriculture des Africains n'est pas encore au point. Nous sommes en pleine période de recherches et il faut intensifier celles-ci et les conduire scientifiquement.

Dans son beau livre : *Afrique terre qui meurt*, J. P. HARROY a résumé la situation. Nous croyons bien faire en énumérant ci-après ses recommandations que nous complétons de nos vues personnelles en les groupant systématiquement :

1° En agriculture indigène africaine, la mise au point de normes d'une technique conservatrice des sols est encore presque entièrement à faire. D'après P. VAGELER, 75 % des échecs en agronomie tropicale ou subtropicale sont dus au fait que les planteurs n'ont pas su choisir convenablement leur terrain et ignorent les caractères essentiels des sols qu'ils exploitent. Les négligences culturales minent la terre plus sûrement que la plante la plus épuisante. Il faut lutter sans cesse contre la dénudation temporaire du sol, l'appauvrissement, le dessèchement du sol, l'érosion qui sévissent habituellement sur les sols cultivés.

2° La jachère forestière spontanée est nécessaire pour la restauration des sols cultivés empiriquement. Elle est nécessaire dans les

(1) Nous recommandons de préférence *Afrostyrax tonkinense* ou *Benjoin* d'Indochine qui a déjà fait ses preuves en Guinée française et qui est un des meilleurs obstacles à opposer au feu de brousse. Il donne aussi, et dès le jeune âge, des graines en abondance. Dans la zone sahélienne et soudanaise la meilleure essence à multiplier autour des blocs est le *Prosopis juliflora*.

pays de savane, comme dans ceux de vocation forestière. Elle implique (si l'on veut éviter le stade final de la latéritisation) un repos cultural pendant de très longues périodes (vingt-cinq ans en moyenne). Sur les champs abandonnés dès que cesse la culture, un écran végétal de protection est nécessaire. A défaut des rejets de souche qui recouvrent le sol, il faut instaurer des couvertures soit en ensemençant des graines d'arbres et d'arbustes résistant au feu (couvertures vivantes), soit en recouvrant le sol de pailles et de débris végétaux (système taunya), ou encore ensemencer des herbes vivaces (Légumineuses, Herbe à Eléphant, etc.);

3° Lutter sans cesse contre les feux de brousse. Substituer au feu libre l'incinération du bois réuni en tas.

4° Sur les montagnes, cultiver en terrasses avec murettes. Combattre l'érosion par tous les moyens : le *Contour ridging*, le *basin cultivation* de Nigéria, les drains aveugles, l'engazonnement des terrasses, etc. Toutes les techniques antiérosives sont à mettre au point.

5° Généraliser chez les indigènes les cultures arbustives, le maintien d'arbres utiles à travers les champs. Faire une sélection dans les arbres et arbustes à maintenir dans la jachère. Utilité de la culture mélangée (*mixed cropping*). Utilité des assolements.

6° Amener progressivement l'Africain à recourir aux fumures pour l'entretien des terres. Les fermes mixtes d'agriculture et d'élevage sont à recommander. Avoir recours aux fumiers et composts. Recourir aux engrais verts enfouis. L'Indian Process (fosse à ordures), pour produire des composts, est à introduire en Afrique. Eliminer les termites et fourmis des cultures.

La fumure minérale n'est pas encore au point en Afrique tropicale, mais l'enfouissement de roches basiques en décomposition est à recommander. « La fumure minérale n'agit sur les sols africains dégradés que comme ces toniques qui s'attaquent aux symptômes sans combattre la cause ». (A. BEIRNAERT).

7° Faire l'éducation technique du cultivateur Noir. La détribulisation a vidé les milieux agricoles d'une fraction importante de leur substance Pour réagir, il faut limiter les recrutements de main-d'œuvre pour les entreprises européennes. Celles-ci doivent améliorer considérablement leurs techniques et servir de modèles, sinon elles n'ont pas de raison d'être.

8° Enfin, les postes de direction dans l'Empire d'Outre-Mer devraient désormais être réservés à des hommes de haute culture et instruits des réalités, aussi bien en matière technique qu'en connaissance des besoins des peuples colonisés. Que d'erreurs commises dans le passé par des Gouverneurs et Administrateurs pleins de bonne volonté, mais ignorants et trop sûrs d'eux-mêmes !

Citons pour terminer cette réflexion ultime de J.-P. HARROY :

« Désormais, dans les colonies et pays à agriculture arriérée, le rôle de direction devra être réservé de plus en plus exclusivement à des esprits capables de réaliser de larges synthèses, au départ d'une très vaste culture générale, propres à recevoir des avis particuliers de spécialistes de toutes les disciplines, dont ils auront mission de coordonner les apports en estimant à leur juste mesure leurs importances relatives. »

Cela est nécessaire si l'on ne veut pas que l'Afrique succombe à un appauvrissement déjà très avancé, mais qui peut encore être redressé.

BIBLIOGRAPHIE

ADAM, Jacques. — La végétation de la région de la source du Niger *Annales de Géogr.* LVI, 1947, 192-200.

AGAFONOFF, V. — Sur quelques sols rouges et Bienhoa de l'Indochine. *Rev. Bot Appl.*, IX, 1929, n°s 89 et 90.

AUBERT, G. — Premières observations sur les sols du Sénégal Ms. 1946. *Archives des Services agricoles de l'A.O.F.* Dakar.

AUBRÉVILLE, A. — Erosion et bovalisation en Afrique noire française. *L'Agron. trop.* II, 1947, 339-357.

BAEYENS, J. — Les sols de l'Afrique, spécialement du Congo belge. Bruxelles, 1938.

BLANK, K.-H. — Handbuch der Bodenlehre, 10 vol., Berlin, 1929.

BOUGLISE, R. DE LA. — Le gisement de fer de Conakry. *Chronique Mines Coloniales*, avril 1936, n° 49, pp. 116-120.

BRACONNIER, G. — Le maintien de la structure du sol dans les pays tropicaux Conférence Yangambi, *INEAC*, 1947.

CHATELAT, E. DE. — Le modèle latéritique de l'Ouest de la Guinée française. *Rev. de Géog. physique*, Paris, 1938.

CHEVALIER, Aug. — Sur la dégradation des sols tropicaux causée par les feux de brousse et sur les formations végétales régressives qui en sont la conséquence. *C. R. Acad. Sc.*, t. 188, 1929, 84-86.

DEMOLON, A. — La dynamique du sol. Paris, 1932.

DUCHAUFFOUR, P. — Le sol et la flore forestière. *Revue Eaux et Forêts*, déc. 1946-janvier 1947.

EDELMAN, C.-H. — Studien over de Bodemkunde van Nederlandsch-Indië Vol in-8°, Wageningen, 1941.

— Les principaux sols de Java. *Rev. Bot. Appl.* XVI, 1946, 505-512.

ERHART, H. — Traité de Pédologie, 2 vol. in-8°, Strasbourg, 1935-1937.

— Caractéristiques des Sols tropicaux et leur vocation pour la culture des plantes oléagineuses. *Oléagineux* II, 1947, 293-303, 360-368.

FOX CYRIL, S. — Bauxite and aluminous Laterite. London, 1932, 2me éd.

GAUTIER, E.-F — Remarque sur la Morphologie du Fouta-Djalon. *Bull. Assoc. Géogr. franç.*, mai 1932, pp. 83-87 et observ. de A. CHEVALIER, juin 1932, pp. 75-79.

HARROY, J.-P. — Afrique terre qui meurt. Bruxelles, 1944.

JACQUES-FÉLIX, H. — Vie et mort du lac Tchad. Paris, 1947.

JODOT, P. — Etude de quelques roches latéritiques de la vallée du Niger. *Bull. Soc. Géol. France*, t. III, 1933, pp. 619-655.

LACROIX, A. — Les latérites de Guinée française. *Nouv. Arch. Museum Hist. nat.* 1913, pp. 255-358, 1914, Masson, 1914.

LIVENS, J. — Etude du sol et sa nécessité au Congo belge.

PASSARGE, S. — Die Kalahari, Dietrich Roemer, 1904.

REFORMATSKY, N. — Quelques observations sur les latérites et les roches ferrugineuses de l'Ouest de la colonie du Niger français. *Bull. Soc. géol. France*, Ve série, V, 1935, 575-589.

RICHARD-MOLARD, J. — Essai sur la vie paysanne au Fouta-Djalon. *Rev géogr. alpine*, Grenoble, XXXII, 1944, fasc. II, 135-239.

SCAETTA, M. — Cintribution à l'étude des climats des sols tropicaux La *Météorologie*, 1936, n° 6, 531-546 et 1939, n° 9, 39-48.

— Observations sur l'origine et la constitution des sols de l'Afrique occidentale française. *Annales agron.*, janv.-mars 1940, 26 p.

- Les types climatiques de l'Afrique occidentale française. *La Météorologie*, 1939, n° 9, 39-48.

Recherches préliminaires de pédoécologie en Afrique occidentale.

— Limites boréales de la latéritisation actuelle en Afrique occidentale

L'évolution des sols et de la végétation dans la zone des latérites *C. R. séances Soc. Biogéogr.* XV, 1938, 14-18 et26-29.

C. R. Acad. Sciences, t. 212, p. 169

— Rôle de la forêt humide en Côte d'Ivoire dans la captation des poussières atmosphériques et la reconstitution des colloïdes argileux du sol. *C. R. Acad. Sc.* t. 212, 1941, premier érimestre, pp. 273-276.

— Sur la régénération des alites intertropicales Principes nouveaux sur la reconstitution minérale des sols des pays chauds. *C. R. Acad. Sc.*, t 212, 1941, premier semestre, 445-446.

— Amendements à apporter aux sols tropicaux dégradés pour la régénération de la fertilité. *C R. Acad. Sc*, t. 212, 1941, premier semestre, 869-870.

— Prairies pyrophiles. Clairières à graminées de la forêt humide et de la forêt sèche. *Rev. Bot. Appl.* XVIII, 221-240

STAMP, L — Land utilisation and Soil erosion in Nigeria *Géogr. Rev* XXVIII, 1938, n° 1, pp. 32-45, 5 cartes.

VAGELER Dr P. - Grundriss der tropischen and subtropischen Bodenkunde, deuxieme édition, 2 vol. Berlin, 1938

La dégradation des sols à Madagascar

par

F. SABOUREAU,
Conservateur des Eaux et Forêts,
Secrétaire permanent du Bureau de Conservation des Sols
de Madagascar.

AVANT-PROPOS. — GENERALITES.

Madagascar, immense île de 59.000.000 d'hectares au milieu de l'Océan Indien s'étend sur 1.600 km. du Cap d'Ambre au Nord, au Cap Sainte-Marie au Sud entre les parallèles 13°3 et 28°4 Sud et sur près de 500 km. de large entre les longitudes 53°5 et 45°5 Est.

Le climat et le sol varient considérablement d'une région à l'autre de même les habitudes de vie; les causes de dégradations et la nature des dégâts sont très différents d'un point à un autre. Pour ce motif, nous étudierons successivement dans chaque région les facteurs locaux et les dégâts causés, puis nous examinerons les causes de dégradation et les mesures déjà prises; dans un dernier paragraphe, nous indiquerons les remèdes à apporter.

Madagascar est situee presque entièrement en zone intertropicale; le principal facteur qui conditionne la végétation et l'activité humaine est le climat. D'après ce dernier, PERRIER DE LA BATHIE a divisé l'île en cinq domaines :

Domaine de l'Est Domaine du Centre Domaine du Sambirano	Région du vent.
Domaine de l'Ouest Domaine du Sud	Région sous le vent.

Nous adoptons cette division dans notre étude.

PREMIERE PARTIE.

FACTEURS DE DEGRADATION DES SOLS ET DEGATS.

A. — DOMAINE DE L'EST.

I. — **Limites du domaine oriental.**

Le domaine de l'Est ne comprend qu'une partie du versant oriental de l'île; il est limité à l'Ouest par la cote 1.000 m. (bordure du plateau central ou du palier de l'Alaotra). La partie Nord (Sambava à Diégo-Suarez), soumise au climat de l'Ouest, se rattache au domaine occidental.

Ainsi limité, le domaine oriental constitue une étroite bande allongée de Sambava à Fort-Dauphin sur plus de 1.000 km., la largeur ne dépasse pas 80 km.

La superficie est d'environ 10.000.000 d'hectares, la population s'élève à 1.200.000 habitants.

II. — **Facteurs de dégradation des sols.**

Les facteurs qui conditionnent la fertilité des sols, sont :

le climat,
la roche mère,
la topographie,
la végétation,
les pratiques agricoles et pastorales.

Nous les passerons successivement en revue.

A. — LE CLIMAT.

Le domaine oriental est soumis à un climat tropical chaud et humide type Guinéen. Il se caractérise par une seule saison sèche nettement marquée ne dépassant pas deux à trois mois.

a) Température.

Au point de vue thermique, il existe deux saisons bien tranchées : une saison chaude d'octobre à avril, la température moyenne dépasse 25° avec des maxima absolus atteignant 36°;

Une saison froide d'avril à octobre, la température moyenne est d'environ 21° avec des minima absolus de 13°.

Les températures diminuent légèrement à mesure que la latitude augmente; l'altitude amène une diminution marquée, en moyenne un degré par 300 mètres.

Les amplitudes journalières sont faibles, elles ne dépassent pas 10 degrés.

b) Pluviosité.

Il existe deux saisons de pluies :

Pluies d'orage en saison chaude, de décembre à avril, caractérisées par de fortes ondées l'après-midi et dans la soirée; ce régime

n'est perturbé que lorsqu'une dépression cyclonique se déplace au voisinage de la Grande Ile, elle amène des pluies continues très importantes qui provoquent des inondations;

— Pluies fines de saison froide, de juin à août; elles sont amenées par l'alisé du Sud-Est et tombent à longueur de journée.

Ces périodes pluvieuses sont séparées par une petite saison sèche en avril-mai et une assez longue sécheresse (de fin septembre à décembre). Seule cette dernière période est préjudiciable à la végétation.

Dans tout le secteur, les chutes annuelles dépassent 1 m. 60, elles atteignent 3 m. 60 à Maroantsetra; dans cette localité, seuls les mois de septembre et octobre marquent un arrêt des pluies.

En altitude, les pluies sont moins violentes et plus régulières, l'hygrométrie est plus accusée.

c) Facteurs climatiques secondaires.

Les vents sont constants, ils soufflent généralement du Nord-Est en été, du Sud-Est en hiver — leur action se limite au bord de la mer et aux crêtes.

La luminosité est forte d'octobre à avril; les coups de soleil sont à redouter de décembre à mai, surtout en fin de saison chaude.

L'évaporation est intense de septembre à janvier.

A la fin de ce rapport, on trouvera les fiches climatiques concernant diverses localités types, soit :

Zone côtière : Antalaha, Maroantsetra, Tamatave, Manakara, Fort-Dauphin.

Zone intermédiaire : Andapa, Périnet, Analamazaolia, Ifanadiana, Vondrozo.

B. — LES SOLS.

Le versant oriental est constitué par un socle gneissique ancien qui affleure sur la majeure partie du territoire.

Ce socle est recouvert par place de dykes à facies pré-Karoo ou d'affleurements éruptifs d'âge crétacé (laves à néphéline, près de Vatomandry; basaltes, rhyolites, dellenites, de Mananjary à Farafangana et au Sud de Vangaindrano; basaltes et labradorites de Sahambava au Cap Masoala — au Sud de Farafangana et près de Manantenina). La presqu'île Masoala est constituée par des granites alcalins; des affleurements de schistes et quartzites de Wittemberg, se font jour au Nord entre Antalaha et Sahambava.

Les terrains sédimentaires sont représentés par des affleurements sénoniens entre Tamatave et Manakara, et des alluvions quaternaires récents en bordure de mer. Tous ces terrains, à l'exception des sables quaternaires, sont fortement latérisés, même les calcaires sénoniens — ils constituent des terres lourdes, imperméables.

C — TOPOGRAPHIE.

Le versant oriental est très accidenté. Il est possible d'y distinguer quatre zones :

Une *plaine littorale*, à faible altitude (5 à 20 m.) légèrement ondulée — sa largeur ne dépasse pas 4 à 5 km., elle n'existe pas toujours

En arrière surgit un enchevêtrement de petites collines; leur altitude ne dépasse pas une centaine de mètres, c'est la *zone des basses collines* littorales; le relief, peu accentué est cependant tourmenté et l'érosion active; la largeur de cette zone est d'une douzaine de kilomètres.

Des collines plus élevées, jusqu'à 600 m. succèdent à l'Ouest; c'est *la zone des collines moyennes* — la largeur est d'environ 25 km. Celle-ci est limitée brusquement à l'Ouest par un grand abrupt, la *zone des escarpements*, sa largeur est sensiblement égale à celle de la précédente, elle comprend un ou plusieurs ressauts, l'altitude dépasse 1.000 m.

D. - VÉGETATION.

Le climax du domaine oriental est une haute futaie dense ombrophile, à feuilles persistantes.

Sur de nombreux points, elle a été dégradée, souvent, elle est très modifiée ou même a disparu.

En baie d'Antongil, une végétation peu modifiée, s'est maintenue jusqu'au littoral; elle permet de se rendre compte de la flore qui recouvrait toute la région avant sa destruction. La plaine côtière est couverte d'une haute futaie dense continue; les grands arbres s'élancent jusqu'à 35 m. au-dessus du sol, avec des fûts de 20 m. et même davantage; au-dessous, un étage dominé composé de petits arbres; le sous-bois est réduit à cause de l'ombre des grands arbres et des lianes qui couvrent les cimes; dans les clairières ouvertes par la chute d'un géant ou par un cyclone, des brins vigoureux et de jeunes semis denses.

Les espèces dominantes sont les Nato (*Sideroxylon* et Sapotacées diverses), les Ramy *(Canarium)*, les Rotra *(Eugenia)*, les Hazoambo *(Homalium axillare)*, les Voapaka *(Uapaca* div.), les Menahy *(Erithroxylon)*, les bois de rose et palissandres *(Dalbergia)*, les Copaliers *(Hymenea verrucosa)*, les Hintsy *(Afzelia bijuga)*; l'importance de ces trois dernières espèces a certainement été accrue par l'homme.

En sous-étage, on rencontre des Ambavy *(Artabotrys oligosperma)*, Hazomafana *(Diospyros* divers), des Tarantana *(Rhus tarantana)*, des Odiandro *(Burasaia madagascariensis)*, des Baraka *(Scaevola Koenigia)*, des Hasina (*Dracaena* divers), des Palmiers et des Vaquois (*Pandanus* div.).

Il n'existe pas d'associations distinctes, sauf des cas très spéciaux, tel celui des marais inondés où se rencontrent à peu près seuls des Kijy rano (*Symphonia* sp.), Vintanina *(Calophyllum parviflorum)*, Babona et Barabanja *(Mascarenhasia)*.

La zone des premières collines était également couverte de haute futaie; en sus des espèces déjà énumérées, on rencontre des Vintanina *(Calophyllum parviflorum)*, des Longotra *(Cryptocarya)*, des Kiji *(Symphonia)*, des Merana *(Vernonia)*, des Palissandres *(Dalbergia)*, des Ambora *(Tambourissa)*, des Tavolo *(Ravensara)*.

Les Hintsy et Copaliers disparaissent dans la zone des collines moyennes; la végétation reste vigoureuse, la hauteur des arbres diminue, ils ne dépassent guère 30 mètres, les fûts 15 à 20 m. Cette diminution de la futaie se poursuit à mesure qu'on s'élève en altitude; dans les hauts, les arbres atteignent une vingtaine de mètres, les fûts 12 à 15 mètres. Les épiphytes, fougères, mousses, lichens sont plus abondants, en même temps la répartition des essences change : les Varongy *(Mespilodaphne)*, Molompangady *(Nauclea cuspidata)*, Vivaona *(Dilobeia Thouarsii)*, Hetatra *(Podocarpus madagascariensis)*, Lalona *(Weinmannia* div.) Faralaotra, Tavola *(Ravensara)* et le *Dalbergia Baronii* apparaissent ou se multiplient.

Lorsque la forêt est détruite ou trop éclaircie par des exploitations abusives, le sous-bois est envahi de morts-bois; Ravenala, Palmiers, Harongana *(Harongana madagascariensis)*, Andrarezina *(Trema orientalis)*, Sambalahy *(Albizzia fastigiata)* et surtout lianes et bambous-lianes; ces végétaux constituent des fourrés impénétrables, ils entravent la régénération en altitude.

La forêt se reconstitue lentement après les défrichements; le terrain se couvre d'abord de morts-bois : Harongana, Sevabe *(Solanum auriculatum)*, Dingadingana *(Psidia dodoneae-folia)*, Bambous, Voangy *(Citrus)* Ravenala; sous ce couvert, les essences forestières reviennent peu à peu, d'abord les espèces de lumière à graines légères ou susceptibles de traverser l'intestin des oiseaux sans dommages. Lalona, Rotra, Palissandre, etc. Dans les meilleures conditions, cette reconstitution exige une quinzaine d'années; en altitude, elle est très lente, elle dépasse quarante ans.

Sous l'influence de défrichements répétés, la reconstitution de l'état boisé n'est plus possible, le sol est détruit, le para climax est la savoka ou même la prairie.

E. PRATIQUES AGRICOLES ET PASTORALES.

La principale culture de la côte Est est le riz, accessoirement le manioc, le maïs, la canne à sucre. Depuis quelques décades, les cultures riches : café, girofle, vanille, se sont beaucoup étendues. Chaque

indigène, sauf quelques employés et fonctionnaires, plante son riz; dans ce but, le cultivateur défriche un coin de la forêt ou de savoka et le brûle. Cette pratique a l'avantage de permettre la culture du riz en tout terrain, de ne pas exigeer une dépense d'énergie importante, de fournir une qualité recherchée; nous étudierons ce problème ultérieurement. Le manioc et le maïs se cultivent généralement sur brûlis.

Les bœufs, peu nombreux d'ailleurs, vivent en forêt; leurs dégâts sont minimes. Il n'existe pas d'autre élevage.

III. — **Nature des dégâts.**

Les dégâts sont dus à des phénomènes d'érosion mécanique ou de structure.

A - ÉROSION MÉCANIQUE.

a) *Erosion verticale.*

L'érosion verticale joue un rôle important dans les zones perméables, c'est-à-dire dans les plaines côtières siliceuses. Le défrichement à blanc entraîne la disparition de l'humus détruit par la lumière; si la culture n'est que temporaire, l'humus se reconstitue avec le couvert, mais si le sol est cultivé plusieurs années de suite ou même trop éclairé, il se podzolise et évolue vers la prarie d'Ahipisaka *(Stenotaphrum)* avec formation en surface d'une couche de Tuff imperméable. Les prairies, vastes plaines à herbe rase, sont parsemées de bouquets de Vavontaka *(Strychnos spinosa)*, Harongana, Mokarana *(Macaranga* div.) et Helana *(Sarcolaena multiflora)* qui disparaissent peu à peu par broutage.

Le sol s'acidifie et la végétation évolue vers la lande à *Philippia.*

Ces phénomènes de dégradation n'apparaissent qu'à la suite d'une destruction du couvert. Pour nous, la forêt primitive constitue un milieu en équilibre capable de se maintenir indéfiniment.

L'érosion verticale est également importante dans les alluvions des basses vallées; l'agriculture doit la combattre; ailleurs elle joue un rôle très accessoire.

b) *Erosion latérale.*

Les phénomènes d'érosion latérale se manifestent dans toute la région sauf dans les plaines littorales; ils sont particulièrement actifs dans les basses collines littorales. Cette zone entièrement déboisée, sauf en bordure de la baie d'Antongil (Soanierana à Antalaha) est couverte d'un tapis herbacé discontinu, les pentes sont trop courtes pour que le ravinement se manifeste, mais les couches superficielles sont activement décapées.

A l'Est de Brickaville, chaque année, l'érosion enlève de 2 à 5 millimètres de terre; les fines particules argileuses s'accumulent dans

les fonds qu'elles comblent peu à peu et transforment en marais. Les plants sont rapidement déchaussés, les touffes de graminées poussent sur les monticules et ne retiennent plus les terres, elles-mêmes ne tardent pas à mourir.

Le décapage se produit également sur les pentes des vallées encaissées des zones intérieures à la suite de la suppression du couvert; ainsi certaines plantations de caféiers ont disparu sans avoir jamais rien rapporté.

c) *Erosion par ravinement.*

L'érosion par ravinement se manifeste surtout dans la partie occidentale : intense dans la zone des collines moyennes souvent assez dénudées, elle est réduite dans la zone des escarpements, à cause du couvert.

Dès que le couvert disparaît, les lavaka apparaissent. Ces effondrements, caractéristiques de Madagascar, surtout des domaines des plateaux et de l'Ouest, semblent résulter d'un phénomène d'érosion verticale qui dissout et entraîne en profondeur certains éléments; par la suite un effondrement se produit, une cuvette se forme, elle devient le siège de ravinements actifs. Les lavaka sont rares dans la zone des collines moyennes car elles n'existent qu'en sol découvert — elles apparaissent à la suite d'un défrichement : ainsi, au voisinage de la réserve naturelle n° 1, nous en avons vu apparaître brusquement à la suite d'une culture de riz de montagne sur un versant jusque là couvert de savoka.

d) *Erosion éolienne.*

L'érosion éolienne est à peu près insignifiante; toute la zone littorale est bordée de dunes aujourd'hui stabilisées sauf dans la région de Fort-Dauphin, à saison plus sèche. Il ne semble pas que ces phénomènes puissent devenir importants; vu la pluviosité, l'embroussaillement est facile, toutefois ils sont liés au maintien du climat et du couvert : au Sud de Tamatave, des mouvements de sable se manifestent à la suite de la dégradation de dunes anciennes.

B ÉROSION DE STRUCTURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE

Ces érosions sont dues au déboisement, aux cultures et aux feux de brousse.

a) *Déboisement.*

Le déboisement entraîne une perte d'humus et de substances minérales en cas d'incinération par solubilisation de certains sels. Les sols imperméables sont rapidement lessivés sur les pentes, les plaines siliceuses deviennent stériles, la disparition de l'humus modifie la qualité du sol.

A l'heure actuelle, 5,000 hectares de couvert sont détruits annuellement par les cultures temporaires ou définitives accessoirement par des feux ou des exploitations abusives; leur reconstitution est très problématique. Le maintien de cette protection semble cependant nécessaire. En 1947-1948, la surface détruite par les rebelles peut être estimée au décuple.

b) *Cultures.*

Les cultures anciennes, au fond des vallées, ne donnent pas lieu à des érosions importantes, souvent les terres s'appauvrissent faute d'apport d'éléments fertilisants suffisants pour compenser les matières enlevées par les récoltes. L'absence d'assolement régulier est souvent cause d'une baisse de rendement.

c) *Feux de brousse.*

Les feux de brousse, dus souvent à des imprudences, amènent la disparition des savoka; celles-ci ont un rôle protecteur aussi important que la forêt : sous la savoka, le ravinement est très réduit. Lorsque la saison sèche se prolonge, les feux de brousse peuvent se communiquer à la forêt et provoquer des incendies de sols, très difficiles à éteindre; ils ravagent des surfaces étendues.

Les feux de brousse répétés provoquent le remplacement de la savoka par la prairie — annuellement on peut estimer qu'ils dévastent 6.000 hectares.

***

B. — LE DOMAINE DU CENTRE.

I. — **Limites du domaine du centre.**

Le domaine du centre comprend toutes les parties élevées de l'Ile, l'altitude varie de 1.000 à 2.800 mètres. Il est limité :

A l'Est : par la ligne de crête du premier plateau;

A l'Ouest : par le rebord du Tampoketsa et du Bongolava;

Au Nord : par la chaîne du Manongarivo et les hauteurs qui bordent l'Ankaizina au Nord;

Au Sud : par les chaînes qui limitent l'Androy et le plateau Mahafaly.

On doit y rattacher les parties élevées du Tsaratanana et de la montagne d'Ambre.

La superficie de cette zone peut être évaluée à 20.000.000 d'hectares, la population est de 1.600.000 habitants, très inégalement répartie. On peut y distinguer quatre sous-régions :

Le rebord oriental (comprenant la cuvette de l'Alaotra), limité à la zone des crachins d'hiver;

La partie centrale (environs de Tananarive);

Le rebord occidental;

La zone montagneuse comprenant toutes les terres au-dessus de 1.800 m. (Ankaratra, Manongarivo, Tsaratanana).

II. — **Facteurs de dégradation des sols.**

A. — LE CLIMAT.

Le domaine central est soumis à un climat tropical type soudanien tempéré par l'altitude. Il se caractérise par une saison sèche nettement marquée de six à sept mois.

a) Température.

Il existe deux saisons nettement tranchées :

une saison chaude d'octobre à avril, la température moyenne atteint 18 à 20°, avec des maxima de 25°;

une saison froide marquée, la moyenne est de 14 à 16°; les gelées possibles sur tout le domaine, sont constantes dans les parties élevées (Ankaratra), les minima absolus varient de 0 à 5°. Les amplitudes journalières assez faibles ne dépassent pas 12°.

b) Pluviosité.

Il n'existe qu'une seule saison de pluie correspondant à la saison chaude, d'octobre à avril. Les pluies sont provoquées par les orages, accessoirement par le passage de dépressions cycloniques.

L'influence de l'Est se manifeste par quelques crachins en saison froide (juin à août) sur le rebord occidental. Les condensations occultes paraissent importantes dans la zone centrale et les montagnes : hors ces exceptions, la sécheresse règne d'avril à octobre.

La chute annuelle de pluie atteint environ 1 m. 20 à 1 m. 50.

c) Facteurs climatiques secondaires.

Les vents soufflent avec force en saison sèche sur les hauteurs et plateaux dénudés.

— la luminosité est forte d'avril à octobre dans la partie occidentale;

— l'évaporation assez intense.

En fin de ce rapport, on trouvera les fiches climatiques concernant diverses localités types, soit :

Rebord oriental : Ambohitsilaozana près d'Ambatondrazaka, Mantasoa près de Manjakandriana, Ambositra, Fianarantsoa.

Zone centrale : Tananarive, Antsirabe.

Zone occidentale : Soavinandriana et Ihosy.

B. — LES SOLS.

Le plateau central est constitué par un socle gneissique recouvert, dans l'Ankaratra et l'Itasy, par des épanchements de basaltes, labra-

dorites, et à l'Ouest d'Ambositra par des affleurements de granites, syénites, gabbros, schistes et quartzites de Wittemberg, ainsi que de cipolins. Toutes ces roches sont transformées en argile latéritique jusqu'à une altitude voisine de 2,000 m. La carapace latéritique n'existe qu'en des points isolés (Ouest de Tananarive, Tampoketsa, Horombe) par place, une cuirasse ancienne semble avoir été désintégrée assez récemment par l'érosion (Tampoketsa).

C. — TOPOGRAPHIE.

Le relief des plateaux, généralement assez mou dans l'Ouest, est plus accusé sur le rebord oriental. C'est une pénéplaine.

D. – VÉGÉTATION.

Le manteau forestier qui recouvrait l'Ile tout entière, il y a quelques siècles, a disparu et ne subsiste plus que sur le rebord oriental. De très rares vestiges (forêts de Manjakatompo, d'Ambatofitorahana, d'Ambohitantely) permettent de fixer la limite de la forêt à l'Ikopa au Nord de Tananarive à une date assez récente (XVIIe siècle). La forêt d'Ambohitantely se rattache au type oriental d'altitude : futaie dense ombrophylle d'une quinzaine de mètres de haut avec dominance de Merana *(Synchodendron)*, Hetatra *(Podocarpus madagascariensis)*, Vintanina *(Calophyllum)*, Lalona *(Weinmannia)*, Vandrika *(Craspidospermum verticillatum)*, Rotra *(Eugenia)*, Les Tavolo *(Ravensara)*, carastéristiques du rebord oriental du plateau, ne dépassent guère 1.200 mètres et font défaut.

Le sol est couvert presque partout d'un tapis clairsemé de graminées ubiquistes, surtout d'Aristida.

E. — PRATIQUES AGRICOLES ET PASTORALES.

La principale culture des populations est le riz, accessoirement le manioc.

Le riz se cultive dans les fonds de vallées aménagées, les rizières sont maintenues en état de fertilité par apport annuel de fumier et labourage. Le manioc se fait sur les pentes, en culture extensive.

La région centrale entretient un troupeau important : en saison chaude, les bœufs pâturent les prairies, pendant les premiers mois de saison sèche, les rizières; mais lorsque le travail de préparation commence, les pâturages sont secs et sans valeur, l'indigène allume alors des feux de prairie pour provoquer une repousse qui permet le maintien en état des bêtes jusqu'à la saison chaude.

III. — Nature des dégâts.

A. — ÉROSION MÉCANIQUE.

a) **Erosion verticale.**

L'érosion verticale a un rôle restreint du fait de l'imperméabilité des sols latéritiques; toutefois, la formation des lavaka, dont le méca-

nisme est encore mal connu, semble résulter d'une dissolution d'éléments altérés; elle serait un effet d'érosion verticale.

b) Erosion latérale.

L'érosion latérale est très active en saison chaude sur tous les versants couverts de prairie dès que la pente est un peu accentuée; chaque année, le ruissellement enlève une pellicule de 1 à 8 millimètres de terre suivant la végétation et la pente. Toute cette terre est entraînée par les ruisseaux et se dépose dans les biefs tranquilles et aux embouchures (Betsiboka).

c) *Erosion par ravinement.*

L'eau qui ruisselle sur les pentes se rassemble en ruisselets; dans les thalwegs, sa force érosive s'accroît rapidement, les berges sont emportées, les vallées creusées, toutefois les bancs rocheux ralentissent le surcreusement des vallées qui entraîne la disparition des rizières.

Le ravinement est très actif dans les lavaka, particulièrement nombreuses sur le rebord oriental de l'Alaotra et dans la partie occidentale; en saison des pluies, les eaux charrient une quantité importante de limon qui accroît leur force érosive.

d) *Erosion éolienne.*

L'érosion éolienne se manifeste en saison sèche, la terre est réduite en poussière, elle a une importance restreinte étant donné l'intensité des vents, mais entrave la reconstitution du couvert.

B - ÉROSION DE STRUCTURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE

a) *Déboisement.*

Le déboisement des plateaux est ancien. PERRIER DE LA BATHIE en reporte la date de cinq à vingt siècles. De nos jours, il ne persiste que dans la zone contiguë au domaine oriental où il provoque l'apparition de nombreuses lavaka.

b) *Culture.*

La culture du riz ne provoque pas d'érosion, celle du manioc et d'autres plantes entraîne une certaine perte d'éléments nutritifs. Les cultures sur pente favorisent le ruissellement, les plantations se font suivant les lignes de pente.

c) *Feux de brousse.*

Les feux de brousse sont à l'heure actuelle la cause de dégradation la plus importante : non seulement ils entravent toute régénération du couvert protecteur et provoquent la perte d'éléments utiles, mais encore amènent un recul de la végétation protectrice et l'envahissement des prairies par des espèces peu intéressantes; en outre, ils favorisent l'érosion physique. Nous les étudierons ultérieurement.

A l'heure actuelle, plus de la moitié du domaine central est parcourue chaque année une ou deux fois par des feux de prairies.

C. — LE DOMAINE DU SAMBIRANO.

I. — Limites.

Bien que situé sur la côte occidentale, le Sambirano appartient au domaine de la flore du vent. Il existe à hauteur du cap Est une curieuse inversion des flores du vent et sous le vent, probablement due au changement de direction de la côte et surtout au puissant massif du Tsaratanàna, gros condensateur.

Le domaine du Sambirano n'occupe qu'une superficie restreinte. Il est limité au Sud par les bassins inférieurs du Manongarivo et de l'Andranomalaza, à l'intérieur par les massifs du Manongarivo et du Tsaratanàna à la cote 1.000, au Nord par le bassin de la Mahavavy, à l'Ouest par la mer.

Ainsi délimité, le Sambirano comprend la presqu'île d'Ampasimena, les vallées du Sambirano et de Ilafy, les îles Nosy-Bé et Nosy-Komba. Sa superficie est d'environ 600.000 hectares, la population de 180,000 habitants.

II — Facteurs de dégradations des sols.

A - LE CLIMAT

Le domaine du Sambirano jouit d'un climat tropical chaud et humide, très uniforme qui rappelle celui de la Côte Est.

a) Température.

Il existe deux saisons bien tranchées : une saison fraîche, du 15 avril au 15 octobre, la température moyenne atteint 25° avec des minima de 12°; une saison chaude du 15 octobre au 15 avril, la température moyenne oscille de 26 à 28°, le maximum est de 33°.

Les amplitudes journalières sont faibles : 6 à 8°.

b) Pluviosité.

Il n'existe qu'une saison de pluies de mi-octobre à avril, les autres mois ne subissent pas une véritable sécheresse, des pluies tombent assez fréquemment, elles entretiennent l'humidité du sol. La hauteur de pluie dépasse 3 mètres.

L'humidité constante est surtout marquée en saison chaude.

c) Facteurs climatiques secondaires.

— Les vents dominants soufflent généralement de l'Ouest; ils sont assez constants;

— La luminosité est moyenne;

— Le degré hygrométrique élevé rend l'évaporation assez faible.

A la fin de ce rapport, on trouvera les fiches climatiques d'Ambanja et Nossi-Bé.

B. — LES SOLS

Les sols de la région du Sambirano sont très variés comme les roches dont ils émanent.

La plaine proprement dite, formée d'alluvions quaternaires, provient de la désagrégation des grès de l'Isalo et des roches cristallines. Les sols sont généralement profonds. Les formations gréseuses sont très étendues dans toute la région; elles couvrent les collines de la vallée moyenne du Sambirano, la région de Maromandia (formation Karroo supérieure) et la presqu'île d'Anorotsangana (lias moyen).

Le massif de Manongarivo est formé de roches granitiques, le Tsaratanàna de gneiss anciens.

Les sols qui en résultent varient suivant la nature de la roche mère, l'état de décomposition et le couvert existant. On rencontre des argiles latéritiques, des formations siliceuses (formations arénacées sur grès ou argilo-sableuses ferrugineuses). Les premières sont plus imperméables.

C. — TOPOGRAPHIE

Le Sambirano et ses affluents dévalent rapidement des hauteurs du Tsaratanàna et du Manongarivo qui entourent son bassin et culminent à plus de 2.800. Les pentes sont très accusées, les bassins supérieurs très déboisés, aussi les crues sont violentes; au sortir des gorges de la montagne, l'eau s'étale dans la plaine du Moyen-Sambirano avant de s'écouler lentement à travers le verrou dans le Bas-Sambirano, puis la mer.

La presqu'île d'Ampasimena présente un relief tourmenté favorable à l'érosion.

D. — VÉGETATION.

Les collines qui entourent les plaines du Sambirano et la presqu'île d'Ampasimema sont couvertes d'une forêt ombrophile dense qui rappelle la futaie orientale. Le Hintsy est plus rare, le Hasy *(Falguetia falcata)* absent, par contre, le Torotoro *(Gluta turtur)* et le Mantaly sont abondants sur le bord des cours d'eau.

La région de Maromandia est dénudée ainsi que le Haut-Sambirano à l'exception des flancs du Tsaratanàna et Manongarivo. L'étendue boisée diminue depuis quelques décades, les défrichements sont aujourd'hui arrêtés.

E. — PRATIQUES AGRICOLES ET PASTORALES

Les plaines sont couvertes de plantations européennes et indigènes.

Les populations de la presqu'île d'Ampasimena et des montagnes manquent parfois de terrains de culture et pratiquent le tavy dans les boqueteaux qui subsistent.

Le facteur de destruction le plus inquiétant est le feu de prairie; allumé en saison sèche soit par les populations locales, soit par les conducteurs de troupeaux qui descendent de l'Ankaizina vers Diégo et pensent à la nourriture du prochain convoi, le feu parcourt des étendues considérables, détruisant les derniers vestiges forestiers; il anéantit toute possibilité d'embroussaillement des pentes s'il se répète à intervalle trop rapproché.

III. — **Nature des dégâts.**

A. — ÉROSION MÉCANIQUE

a) Erosion verticale.

L'érosion verticale est réduite du fait de l'imperméabilité des sols, elle est cause des lavaka qui apparaissent dans les hauts.

b) Erosion latérale.

L'érosion latérale est forte sur les pentes dénudées des vallées supérieures.

c) Erosion par ravinement.

Le ravinement est extrêmement actif par suite de la pente et de l'importance des précipitations. Dans les hauts, les rivières coulent dans des vallées encaissées. Les crues sont violentes, les eaux montent rapidement. A leur débouché dans la plaine, elles s'étalent et recouvrent les terres qu'elles transforment, en saison chaude, en lac.

d) Erosion éolienne.

L'érosion éolienne est très faible.

B. - EROSION DE STRUCTURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE

a) Déboisement.

Le déboisement des pentes du Tsaratanàna et du Manongarivo a accru la violence des crues. Beaucoup de personnes estiment qu'il a entraîné une diminution des précipitations, de leur régularité et de l'humidité atmosphérique; ces faits, faute d'observations anciennes, ne peuvent être contrôlés rigoureusement.

b) Cultures.

Les cultures occupent les plaines, elles sont très réduites dans les hauts, très peu peuplés; en 1936, la population de la Haute-Ramena a été déplacée et installée dans la plaine du Moyen-Sambirano, il devrait en être de même des rares habitants qui ne peuvent vivre de rizière.

Dans la presqu'île d'Ampasimena, assez peuplée, le tavy constitue une cause fréquente de dégradation.

c) Feux de brousse.

Les feux de prairie provoquent des dégradations importantes; presque chaque année, les hauts brûlent; le feu détruit peu à peu les derniers vestiges boisés, anéantit toute possibilité d'embroussaillement et de lutte contre l'érosion. Ils sont mis par des passants dans des lieux inhabités, la surveillance se montre peu efficace, elle ne peut être aidée par la population très disséminée : la protection, de ce fait, est extrêmement limitée.

D. — LE DOMAINE DE L'OUEST.

I. — Limites.

Le domaine occidental est séparé en deux par le Sambirano :

La partie Nord comprend toute la partie septentrionale de l'Ile, à l'exception des zones élevées de la montagne d'Ambre; elle est limitée par les hauteurs de la rive gauche de la Bemarivo et le massif du Tsaratanàna.

La partie Sud est limitée :

au Nord par les massifs d'Anorotsangana et du Manongarivo;

à l'Est par le rebord du plateau central (falaise du Bongolava);

au Sud par les chaînes du Makay et de l'Anavelona et le cours de la Manombo.

Ce domaine de l'Ouest couvre environ 20.000.000 d'hectares et compte 800.000 habitants environ.

II. — Facteurs de dégradation des sols.

A. — LE CLIMAT.

Le domaine occidental est soumis à un climat tropical chaud à longue période sèche (6 mois) type sénégalien.

a) Température.

Il existe deux saisons nettement tranchées :

— une saison chaude, de novembre à avril; la température moyenne atteint 28 à 30°, avec des maxima de 40°;

— une saison froide, de mai à octobre; la moyenne est de 22 à 25°, avec des minima de 10°.

Les températures diminuent légèrement à mesure que l'on s'écarte de l'Equateur; les amplitudes sont plus accusées, en moyenne de 6 à 12°.

b) Pluviosité.

Il n'existe qu'une saison de pluie, du 15 octobre à fin mai, avec averses orageuses abondantes l'après-midi et le soir.

Des dépressions cycloniques peuvent provoquer des pluies continues.

Pendant la saison sèche, d'avril à mi-octobre, on ne relève aucune pluie importante, la sécheresse est continue, la hauteur d'eau varie de 750 à 1.800, le nombre de jours pluvieux est de 50 à 100.

c) Facteurs climatiques secondaires.

Les vents sont assez faibles et de minime importance.

La luminosité est forte toute l'année.

L'évaporation est intense en toute saison.

A la fin, on trouvera les fiches climatiques concernant diverses localités de la région :

Portion Nord :

Zone côtière : Diégo-Suarez, Ambilobe, Vohémar;

Zone intérieure : Ambavahibe.

Portion Sud :

Zone côtière : Majunga, Maintirano, Morondava;

Zone intérieure : Maevatanana et Miandrivazo.

B. — LES SOLS.

De nombreuses couches géologiques depuis le permien jusqu'au quaternaire affleurent successivement; les principales formations sont les couches dites de la Sakamena, de la fin du permien et début du trias, abondantes dans la partie Sud, en limite des plateaux. Ces couches sont composées principalement de schistes, accessoirement d'argiles et de grès.

Sur tout l'Ouest, s'étend l'important groupe de l'Isalo (grès tendres et argiles); la formation s'est étendue du trias au jurassique moyen.

Le jurassique est formé de calcaire et marne à Duvalia;

Le crétacé, de grès calcaires et marnes;

Le tertiaire est représenté par des calcaires et marnes, le quaternaire par des alluvions récentes.

Ces diverses formations ont donné lieu aux sols suivants :

Carapace argilo-sableuse, sur terrain sédimentaire, la croûte due à une remontée des sels de fer n'atteint pas la dureté de la latérite;

Sols calcaires, couverts d'une flore xérophite;

Argiles rouges sur basalte;

Marnes dans le fond des dépressions;

Alluvions modernes, terrains de culture par excellence de la région.

C - TOPOGRAPHIE.

Le domaine de l'Ouest est une région de plaines et collines faiblement ondulées.

D. — VÉGÉTATION.

La majeure partie du versant occidental est dénudée. Les forêts actuelles sont cantonnées dans les zones sableuses et calcaires et sur les carapaces argilo-sableuses. Ces forêts, à sous-bois clairs couverts de graminées, sont très inflammables; elles se reconstituent après l'incendie, ainsi chaque année la prairie gagne. Cette prairie est souvent parsemée de palmiers résistants aux feux (Hyphaene et Medenia).

E. — PRATIQUES AGRICOLES ET PASTORALES.

Bien que moins fréquents qu'à la côte Est, les défrichements pour la culture du maïs ont détruit d'immenses étendues boisées dans la zone à carapace (Belo à Morondava en particulier).

La région Ouest est actuellement un pays d'élevage, bien plus que de culture; la pratique des feux de prairie est courante — chaque année les lisières forestières sont atteintes et reculent.

III. — **Nature des dégâts.**

A — ÉROSION MÉCANIQUE

a) Erosion verticale.

L'érosion verticale est active dans les pays calcaires (Tsingy, Bemaraha) et dans les sols sableux (Ankarafantsika, alluvions). La formation de la carapace est un phénomène fréquent, conséquence de mouvements ascendants de l'eau dans les terrains argilo-sableux.

b) Erosion latérale.

L'érosion latérale est limitée.

c) Erosion par ravinement.

Les cours d'eau possèdent une force érosive considérable en saison des pluies par suite de leur débit — les crues s'étalent dans les vastes plaines et sont moins dangereuses qu'on ne le penserait à priori — elles apportent parfois des éléments fertilisants au sol, les cultures doivent en tenir compte et ne peuvent se pratiquer qu'en saison sèche, elles nécessitent alors l'irrigation.

d) Erosion éolienne.

Elle semble avoir une action restreinte.

B — ÉROSION DE STRUCTURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE.

a) Déboisement.

Le déboisement des forêts sur carapace argilo-sableuse a amené une rapide stérilisation du sol par disparition de l'humus et formation de carapaces stériles (Belo à Morondava).

b) Cultures.

Les cultures sont cantonnées dans les alluvions des vallées. Malgré la richesse de ces alluvions et, dans certains cas, l'apport d'éléments

fertilisants par les crues, il convient d'envisager dès maintenant de compenser les pertes des récoltes et d'éviter la répétition successive de cultures épuisantes, telle l'arachide; sinon les terres s'appauvriront

c) **Feux de brousse.**

Les feux de brousse extrêmement fréquents dans toute la région sont la principale cause de régression de la forêt. Chaque année, les lisières forestières sont attaquées sur une profondeur de plusieurs mètres, la végétation détruite ne se reconstitue pas, elle est remplacée par la prairie, les jeunes semis du sous-bois sont détruits. Après suppression totale des feux, on constate un lent embroussaillement et l'apparition d'arbres à graines légères.

E. — DOMAINE DU SUD-OUEST.

I. — **Limites.**

Le domaine du Sud-Ouest comprend toute la partie méridionale de l'Ile, c'est-à-dire, les pays Mahafaly et Tandroy. Il est limité :

au Sud et à l'Ouest par la mer,

à l'Est par la chaîne côtière orientale,

au Nord par le rebord du plateau central (plateau Bara et Isalo).

Il couvre environ 9.000.000 d'hectares et est peuplé de 420.000 habitants.

II. — **Facteurs de dégradation.**

A. — LE CLIMAT.

Le domaine du Sud-Ouest est soumis à un climat subdésertique à très longue période sèche (7 ou 8 mois); climat de type sahélien.

a) Température.

Il existe deux saisons :

une saison chaude, de novembre à avril; la température atteint 34° avec des maxima absolus d'environ 39°;

une saison froide, d'avril à octobre; la température moyenne est de 15° environ avec des minima de 8 à 10°.

b) Pluviosité.

Il n'existe qu'une saison des pluies, de décembre à mars, avec averses orageuses abondantes l'après-midi, mais assez irrégulières. La hauteur recueillie varie de 400 à 600 mm., avec 50 à 70 jours pluvieux.

c) Facteurs climatiques secondaires.

Les vents sont violents surtout en période froide; ils soufflent du Sud-Est. La luminosité est forte. L'évaporation est intense à cause de la sécheresse.

A la fin, on trouvera les fiches climatiques concernant diverses localités de la région :

Zone côtière : Tuléar.

Zone intérieure : Ampanihy Antanimora.

III. — **Nature des dégâts.**

A — EROSION MÉCANIQUE.

a) Erosion verticale.

La partie du Sud est formée par un plateau calcaire recouvert, par places, de sable. Ces calcaires sont assez durs, mais fissurés en profondeur : il existe une circulation importante.

b) Erosion latérale.

L'érosion latérale est limitée par la pente et la rareté des ondées.

c) Erosion par ravinement.

Le ravinement est réduit aux périodes de crue. A ce moment, les rivières transformées en torrents, possèdent une force érosive considérable, mais ces périodes sont assez rares et de peu de durée.

d) Erosion éolienne.

Le vent est le facteur d'érosion le plus actif, il souffle sur toute la contrée régulièrement avec assez de violence surtout en saison froide, il transporte de menus grains de sable qui érodent les roches. En bordure de mer, existent des dunes.

B — ÉROSION DE STRUCTURE PHYSIQUE ET CHIMIQUE.

a) Déboisement.

Le déboisement des parties élevées, conséquence des feux, donne aux rivières un régime torrentiel; la plupart sont des oueds qui coulent après les orages, les autres n'ont qu'un mince filet d'eau; la pratique des tavy, longtemps inconnue, se répand depuis quelque temps dans le busch et les forêts tropophiles. Ces formations sont en nette régression, la surface boisée est réduite, cette disparition risque de provoquer un abaissement de la nappe phréatique et des phénomènes d'érosion éolienne.

b) Cultures.

Les cultures ont une importance très réduite, en pays Mahafaly, en Androy — toute une bande en bordure de mer a été défrichée et cultivée.

c) Feux de brousse.

Les feux de brousse attaquent peu ces formations épineuses composées de végétaux espacés peu combustibles; il détruit les vestiges forestiers en lisière et empêche tout embroussaillement des parties hautes — indispensable pour régulariser le régime des rivières.

DEUXIEME PARTIE

CAUSE DES DEGATS.

I. — Cause des dégâts.

La principale cause de dégradation du sol est la régression du couvert forestier, elle est la conséquence de divers procédés de production : les cultures temporaires, les défrichements définitifs, les feux de brousse, les exploitations abusives, le nomadisme pastoral.

Nous étudierons maintenant ces causes et les moyens de diminuer les dégâts qu'elles provoquent.

II — Les cultures temporaires.

Les cultures temporaires sont désignées sous le terme tavy par les populations autochtones.

Au début de la saison sèche, l'indigène abat à la hache toute la végétation arbustive, sauf les très gros arbres, il laisse sécher et y met le feu, ainsi il se débarrasse facilement de toute cette broussaille; en même temps, il améliore temporairement la fertilité du sol en solubilisant les sels alcalins. Sur le terrain ainsi préparé, l'indigène sème à la volée ou dans des trous du riz ou d'autres céréales qu'il laisse pousser, protégeant seulement la récolte contre les oiseaux.

La fertilité temporaire due à l'action du feu ne se maintient pas, elle diminue rapidement, aussi le cultivateur abandonne le terrain après la première récolte — au plus après une seconde récolte.

Dans la région de l'Est, le sol s'embroussaille peu à peu, l'humus se reconstitue; au bout d'un certain laps de temps, le cultivateur peut brûler pour une nouvelle culture. Dans l'Ouest et le Sud, la prairie occupe définitivement le terrain, le tavy ne peut se répéter.

Ce mode peut convenir à des populations clairsemées composées de familles isolées, produisant tout juste pour leur consommation.

Le tavy donne de faibles rendements, la récolte est sous la dépendance étroite du climat : que la saison sèche se prolonge, que les pluies soient insuffisantes, la récolte sera médiocre, ou même nulle. Bien plus, c'est une façon culturale destructive, le feu appauvrit le sol : l'incinération détruit l'humus, les colloïdes et microorganismes, sans profit. La végétation tire bénéfice immédiat de la solubilisation de certaines bases, mais les pluies entraînent rapidement une grosse partie des sels solubles, la fertilité ne se maintient pas, les terres sur les pentes sont enlevées par l'érosion, le terrain doit être abandonné, l'opération se solde par une perte.

Le tavy, méthode de culture très extensive et appauvrissante, ruine la terre lorsque les feux reviennent à cadence trop rapprochée sur la même parcelle; la végétation ne peut se reconstituer, on assiste à une régression du couvert et à sa disparition plus ou moins rapide.

Dans de bonnes conditions, une culture ne doit revenir sur un terrain qu'à un intervalle minimum de quinze ans; dans les situations peu favorables, il faut compter trente, quarante ans et même davantage pour éviter toute dégradation; en moyenne, on peut estimer que la culture par tavy exige une étendue en jachère vingt fois supérieure, le rendement moyen annuel en riz est donc d'environ 40 à 50 kg. à l'hectare; ces chiffres sont insignifiants, ils permettent de comprendre pourquoi le tavy n'est plus adapté à l'économie actuelle qui exige de grosses productions : il conduit inévitablement à la stérilisation du pays.

La nécessité de l'accroissement de la production vient de l'accroissement de la population et de l'économie actuelle.

Lors du premier recensement, en 1900, le nombre d'habitants dénombrés a été de 2.565.000; en 1946, on en a compté 4.200.000. Jusqu'au vingtième siècle, la population malgache dut osciller de 2.000.000 à 2.500.000; aujourd'hui, elle est double, exigeant une production double, d'autant plus que l'agglomération dans les grands centres ne permet pas de bénéficier en cas de disette des produits naturels que l'on trouve en forêt.

Entrée, il y a une centaine d'années dans l'économie mondiale, Madagascar a dû vendre pour payer ses importations; vers 1870, les ports de Mahanoro, Vatomandry, Fénérive et Maroantsetra exportaient chaque année plusieurs milliers de tonnes de riz. Longtemps, ce riz fut produit par des rizières, mais la nécessité d'une production toujours accrue, une fiscalité excessive, une plus grande liberté de travail firent peu à peu délaisser, hors l'Imerina et le Betsileo, la rizière pour le tavy; le vingtième siècle a été une période d'intense déboisement. A l'heure actuelle, Madagascar exporte environ 20.000 tonnes.

Le Centre et l'Ouest suffisent à leurs besoins; même la production de l'Ouest peut être facilement accrue, la région occidentale doit devenir le grenier à riz de Madagascar.

Par contre, on constate un déficit d'environ 200.000 tonnes de riz de rizière pour la côte Est; on y a paré parfois par l'importation de riz, le plus souvent par des cultures de riz de montagne. La surface nécessaire à cette production est d'environ 250.000 hectares, la rotation des mises à feu est en moyenne de douze à quinze ans, durée insuffisante pour assurer le maintien en état du couvert.

Brûler n'est donc pas une solution au problème de l'alimentation des populations côtières, cela ne peut être qu'un pis aller temporaire et dangereux; plus on tardera à prendre les mesures, plus le problème sera difficile; l'étendue stérilisée et dégradée rendra l'amélioration aléatoire.

Pour nourrir la population, il faut soit augmenter la production rizicole, soit approvisionner les habitants.

Il est certainement possible d'accroître la production de la côte Est; la région est en mesure de se suffire à l'exception de quelques

centres faciles à ravitailler. Bien des terrains incultes pourraient produire. Ils ne sont pas mis en valeur pour des raisons diverses :

insuffisance de bras;

mauvaises conditions de culture;

abandon ou paresse.

Certaines zones riches en rizières manquent de travailleurs, aucune rizière n'est aménagée pour être travaillée mécaniquement; or, la riziculture exige une main-d'œuvre importante insuffisante dans les régions de plaine, telle celles de Maroantsetra.

La solution serait d'y installer les populations qui vivent éparpillées en forêt dans des zones inaccessibles et incultivables ou seul le tavy est possible. Cette mesure permettrait de soigner et éduquer ces personnes qui échappent jusqu'ici à tout contrôle; en même temps, on éviterait des destructions inutiles.

Ce déplacement ne se fera pas, bien entendu, sans quelques réclamations; les habitants, restés ainsi à l'écart, tiennent à leur vie indépendante, cependant le rôle du colonisateur comme celui de l'éducateur n'est-il pas d'améliorer les conditions de vie des populations dont il assume la charge?

Un essai a été fait avant guerre dans la région d'Ambanja; deux cent cinquante personnes, soit six villages de la Ramena ont été installés dans la vallée du Moyen-Sambirano sans difficulté, ainsi les flancs du Tsaratanàna ont pu être protégés. Des terrains de culture ont été attribués aux personnes déplacées.

Dans beaucoup de cas, les cultivateurs entretiennent mal leurs rizières, n'y apportent que rarement du fumier le rendement est faible; ailleurs les cultures ne sont pas faites en temps utile, les récoltes emportées par les crues d'hiver; dans d'autres cas, le riz souffre de sécheresse ou d'humidité excessive, il serait facile d'améliorer la production par de petits travaux (suppression de méandres, abaissement de seuils, construction de canal latéral, semis en temps utile, etc.). Tous les terrains favorables devraient être recensés et étudiés, ainsi on connaîtrait exactement les possibilités et les améliorations à apporter. On ne verrait plus de rizières abandonnées par négligence, accaparement ou tout autre motif. Les terres à riz ne doivent pas être mise en valeur avec d'autres plantations.

Si ces mesures se montraient insuffisantes pour fournir le riz nécessaire, la distribution doit être prévue et organisée. La concentration de la population dans des zones agricoles facilitera ce travail et évitera des transports inutiles; l'administration pourra veiller, pour éviter une spéculation inadmissible; ces mesures ne s'improvisent pas, elles nécessitent une politique agricole suivie : si celle-ci est remise en question à tout moment, les résultats obtenus ne peuvent qu'être médiocres.

DEFRICHEMENTS DÉFINITIFS.

Nous désignons sous ce terme le remplacement du couvert forestier par une culture permanente (plante annuelle ou arbustive, telle caféier, girofiier, etc.). Cette dernière est généralement faite après une culture de riz.

Le défrichement des terres broussailleuses est nécessaire au développement des pays jeunes dont les cultures doivent s'étendre, mais ne doit être pratiqué qu'à bon escient dans des terres à vocation agricole, sinon on court à un échec, conséquence de la pauvreté de la terre et des érosions qui se produiront; les sols ainsi défrichés deviennent improductifs.

Les savoka susceptibles d'être mises en valeur doivent être déclassées; cette mesure est indispensable pour éviter toute erreur, mais les déclassements doivent se faire par région. Le développement de chaque zone doit être étudié; des zones agricoles, d'élevage, forestières doivent être délimitées. Le colon qui veut s'installer sait ainsi de suite où il peut envisager une installation. Dans ce but, le Service des Forêts a entrepris l'établissement d'une carte forestière.

FEUX DE BROUSSE

Les feux de brousse résultent soit d'incendies involontaires (imprudence, manque de précaution), soit de mises à feu pour la régénération des pâturages. Dans tous les cas, ils sont extrêmement préjudiciables au maintien du couvert. En saison sèche, le feu parcourt d'immenses régions.

La suppression des feux pose un problème d'organisation beaucoup plus complexe à résoudre que celui des défrichements temporaires. En saison sèche, les bovidés ne peuvent plus se nourrir parce que les graminées sont devenues dures et inassimilables. Il faudrait à l'hectare plus de bêtes pour brouter l'herbe et l'empêcher de monter, ou faucher, ainsi on aurait en permanence de jeunes pousses. En dehors de quelques cas spéciaux, ces procédés semblent difficilement applicables; l'augmentation du nombre de têtes entraîne l'obligation de clore les pâturages; de plus, cette surcharge peut provoquer des érosions. Le fauchage semble également irréalisable en pratique.

On peut envisager une transformation progressive du mode d'élevage en nourrissant à certaines époques le bétail. Il serait facile de cultiver des plantes fourragères; ainsi la luzerne vient bien dans certaines régions. Un élevage intensif heurtera au début les habitudes des indigènes; pour l'autochtone, l'animal doit trouver lui-même sa nourriture : il comprendra difficilement l'utilité de travailler pour faire vivre des animaux qui peuvent se nourrir eux-mêmes.

Dans les conditions actuelles, il semble prématuré d'envisager un élevage intensif; deux palliatifs ont été envisagés pour réduire au minimum les dommages des feux.

La plupart des vétérinaires estiment qu'on ne peut pas supprimer le feu de brousse, mais en réduire la nuisance; pour cela les mises à feu ne devraient être autorisées que les trois premiers mois de l'année, c'est-à-dire en saison chaude; l'humidité du terrain, la fréquence des averses, entravent la propagation du feu, les incendies sont rapidement éteints et n'attaquent que faiblement les forêts; de plus, la repousse a lieu beaucoup plus lentement, la plante ne bénéficie pas des conditions favorables de la saison chaude, et ne peut être incinérée pendant un an; ainsi le sol n'est brûlé qu'une fois tous les deux ans.

On a également proposé d'organiser la transhumance des troupeaux; les pâturages d'un district peuvent être classés en pâturages permanents et temporaires. En saison de pluies, on mènerait les bêtes sur les pâturages temporaires, en saison sèche sur les pâturages permanents; les mises à feu seraient interdites dans les zones boisées et montagneuses, en cas d'insuffisance des prairies permantes, des mises à feu peuvent être autorisées dans des zones bien délimitées.

Ce système, excellent en lui-même, exige une étude très poussée pour l'établissement des possibiliés de pâturage et un contrôle difficile à obtenir. Les collectivités indigènes doivent être rendues responsables des feux de brousse sur leur territoire, à moins d'en dénoncer l'auteur; de plus, elles doivent mettre tout en œuvre pour en arrêter la propagation.

EXPLOITATIONS ABUSIVES.

Toutes les forêts d'exploitation facile sont surexploitées; les premières exportations des bois datent du régime hova.

Depuis soixante ans, la demande intérieure a pris des proportions considérables : construction de maisons, pirogues, ponts, etc. L'entretien des routes consomme une quantité formidable de bois, les massifs à proximité n'y peuvent suffire, le volume sur pied diminue sans cesse.

L'éclaircissement du couvert amène une dégradation des sols, disparition de l'humus, podzolisation des terres siliceuses.

Il est possible de réduire ces phénomènes par l'organisation des coupes et l'aménagement des massifs inexploités. C'est le travail le plus urgent; il nécessite un capital et un personnel important.

MESURES PRISES ACTUELLEMENT

Les mesures prises sont de deux ordres :

répressives pour décourager les personnes qui provoquent des dégradations;

constructives, grâce aux travaux de restauration.

Les mesures répressives sont prévues dans la réglementation forestière. Le texte fondamental est le décret du 25 janvier 1930, légère-

ment remanié au cours des dernières années et complété par de nombreux arrêtés. Il définit le domaine forestier et prescrit diverses mesures pour réprimer les atteintes dont ce dernier est l'objet.

Le règlement a classé dans le domaine forestier tous les terrains couverts de végétaux autres que ceux susceptibles de fournir des produits agricoles ou de constituer une prairie. Le domaine forestier de Madagascar comprend des savoka, landes, busch, terrains broussailleux et des forêts proprement dites. Tandis qu'il déclare ces dernières inaliénables et imprescriptibles, les premières peuvent être défrichées pour permettre l'extension des cultures et la mise en valeur du pays.

On a parfois critiqué cette formule comme trop générale; elle était et est encore la seule possible. A la côte Est, aucune limite nette n'existe entre les diverses formations végétales; on passe souvent par transition insensible de la futaie dense à la prairie à mesure qu'on se rapproche d'un centre et que les interventions humaines ont été plus fréquentes et plus importantes. Où fixer une limite? Seul, un spécialiste forestier, botaniste ou pédologue peut le faire d'après la végétation et le sol.

En montagne et sur le bord de mer, certains terrains ne doivent pas être débroussaillés, leur végétation assure le maintien des terres évite l'érosion.

L'administration dispose ainsi d'une arme pour empêcher l'aliénation de terrains forestiers; par contre, il est normal que des savoka, sans intérêt forestier, dont la reconstitution est incertaine et aléatoire, soient défrichées pour mise en culture : il est logique de déclasser les parties à vocation agricole, mais ce déclassement ne doit se faire qu'à bon escient.

Faute de limite entre la savoka et la forêt, la distinction ci-dessus a été maintes fois la source de difficultés. Le seul moyen de les éviter est la délimitation; on évite de procéder à un travail fragmentaire, fixe les droits de chacun, en même temps on peut constituer d'avance des lots de colonisation.

Les mesures répressives sont :

interdiction des défrichements;

interdiction des feux de brousse;

réglementation des exploitations.

Le règlement interdit d'une façon formelle les défrichements, particulièrement ceux pour cultures temporaires. Le texte met aux mains de l'administration une arme bien adaptée; souvent cependant, l'indigène plante son tavy, puis quelques années après, défriche le terrain dont le caractère forestier n'apparaît plus nettement. Pour parer à cette fuite, il convient d'exiger dans tous les cas de tavy, le déguerpissement des occupants et l'arrachage des plantations; ainsi le peuplement forestier peut se reconstituer.

Le décret forestier interdit formellement les feux de brousse et les feux de prairie à moins de 2 km. des forêts et vestiges forestiers. Les chefs de district doivent fixer les zones de pâturage dont la mise à feu est indispensable à l'entretien des troupeaux.

Le règlement prévoit l'organisation de coupes régulières et l'aménagement des forêts; en attendant la réalisation de ces travaux à échéance assez lointaine, le décret réglemente les conditions d'attribution des lots forestiers et fixe strictement l'exploitation dans un cahier général des charges.

Toutes ces mesures excellentes en elles-mêmes n'ont pas donné les résultats escomptés par le Conservateur LAVAUDEN, par insuffisance du personnel chargé de veiller à leur application; souvent aussi, elles n'ont pas produit les effets attendus parce qu'elles ont été appliquées trop mollement.

En même temps, le service a entrepris un travail de boisement qui surprend le voyageur. Le Professeur LARNAUD s'étonnait de trouver aux environs de Tananarive autant d'eucalyptus. Depuis cinquante ans, la physionomie des plateaux a bien changé, les particuliers ont boisé plus de 100.000 hectares; à côté, les boisements de l'administration sont assez faibles, quelques milliers d'hectares (5.000 hectares), mais ils ont servi de modèles; de plus bien des plantations ont été faites à titre d'essai et ont donné lieu à des tâtonnements.

Deux erreurs ont souvent été commises par l'indigène : les plantations sont faites non suivant les courbes de niveau, mais suivant la plus grande pente. Ainsi elles facilitent l'érosion : de plus, la population plante surtout dans les vallées et le bas des pentes, ces terres auraient dû être conservées pour la culture et l'élevage. Les plantations auraient dû se multiplier sur les sommets et les pentes, leur action contre l'érosion serait plus efficace; la croissance aurait certainement été plus lente et la surface boisée se serait accrue plus lentement devant des résultats moins encourageants. L'Administration cherche maintenant à développer les plantations rationnellement.

CONCLUSIONS.

Cette note a pour but de situer les problèmes à Madagascar. Le Bureau de Conservation des Sols, récemment créé, procède à un inventaire des phénomènes de dégradation, base de toute lutte. Dès qu'il sera terminé, il se mettra à l'œuvre.

Les remèdes à la situation sont :

le déplacement des hameaux forestiers inutiles;

la délimitation du domaine forestier;

la création de pare-feu et l'organisation d'un corps de gardes-feu;

l'aménagement des exploitations.

En forêt, surtout dans la région Est, de nombreux hameaux isolés, éloignés de toute voie de communication, ne présentent aucun intérêt. Les populations disposent de terrains de culture extrêmement limités, elles ne peuvent vivre que du tavy. Leur déplacement présente de nombreux avantages :

1. administratifs, en permettant de créer des villages réguliers stables, les populations sont plus faciles à soigner, éduquer et contrôler;
2. agricoles, en substituant à la pratique périmée du tavy et de la jachère une culture intensive avec assolement et façons culturales, supprimant une cause de déboisement et dégradation des sols, et permettant une meilleure utilisation de la main-d'œuvre.

Cette mesure appliquée en 1935 à six villages de la haute vallée de la Ramena (district d'Ambanja) comptant 250 habitants dispersés sur 20.000 hectares de forêt, a permis leur regroupement en plaine. Des villages ont été installés; ce transfert soigneusement étudié et exécuté a eu d'excellents résultats.

Le déplacement des villages isolés en forêt doit accompagner la délimitation du domaine forestier et des terres agricoles. Partout les naturels ont tendance à implanter leurs cultures dans les parties où la végétation est plus vigoureuse, indice de fertilité.

La délimitation du domaine forestier doit être faite d'une façon définitive; de nombreux périmètres de culture ont été reconus de 1933 à 1939 dans la zone Est, mais ces délimitations rapides, sans assises sur le terrain, ont rapidement été perdues de vue. Les populations n'ont pas manqué de profiter des changements de personnel et de leur ignorance pour les dépasser. Les délimitations doivent être intangibles, ce qui nécessite le lever des lisières, leur bornage et l'immatriculation des massifs forestiers. Ce travail est loin d'être irréalisable; avec trois brigades topographiques, comprenant chacune un opérateur européen et cinq topographes, il pourrait être réalisé en vingt ans. Envisagées en 1935, des opérations n'ont pu être entreprises que partiellement.

La délimitation du domaine boisé lèverait les incertitudes qui planent sur la nature des terres. Elle permettrait d'éviter des erreurs funestes; la population l'accepterait facilement. Les résultats obtenus dans la province de Fianarantsoa en sont la preuve.

Dans l'Ouest, la création de pare-feu est une mesure indispensable mais coûteuse; la mécanisation du travail peut en réduire les frais; cependant le désherbage annuel d'une surface étendue dépasse les possibilités actuelles; aussi la protection des massifs devra être réalisée, autant que possible, par création de bandes de plantes ignifuges, l'entretien est faible, toutefois il est difficile de trouver une plante absolument satisfaisante. D'autre part, le pare-feu ne peut constituer qu'une mesure passive qui doit être complétée par une surveillance active. La création d'équipes de garde-feu s'impose.

L'aménagement et l'exploitation rationnelle des forêts d'accès facile doit permettre de maintenir en état les forêts d'exploitation et d'obtenir une protection soutenue tout en réduisant les frais d'exploitation et facilitant la vidange des bois. Ces travaux exigent un personnel nombreux et entraîne une première mise de fonds importante.

Le reboisement doit compléter les mesures de protection indiquées ci-dessus. Un boisement peut se proposer deux buts : soit reconstituer le couvert là où il est disparu ou tout au moins en hâter la reconstitution (boisement de protection), soit créer des peuplements producteurs de bois.

Les reboisements climatiques n'ont d'effet qu'à condition de porter sur de grandes surfaces, quelques centaines d'hectares au moins. Ils doivent avoir lieu dans des endroits montagneux d'accès difficile qui sont des centres de condensation et des centres hydrographiques importants. Ce sont des opérations de longue haleine exigeant des crédits importants et une grande continuité. L'opération n'est rentable qu'à échéance lointaine, Elle ne peut être entreprise que par l'Etat.

Les reboisements climatiques devront être complétés souvent par des travaux de fixation de profil d'équilibre et d'arrêt de ravinement des berges, travaux indispensables pour régulariser le débit des cours d'eau, éviter des érosions et donner possibilité à l'ingénieur d'entreprendre les irrigations nécessaires dans l'Ouest et le Sud au développement des cultures et pâturages. Dans l'Est, le drainage des marais côtiers doit permettre de récupérer des étendues importantes pour les cultures; les villages forestiers déplacés devraient être installés dans ces zones

Les reboisements économiques doivent être surtout l'œuvre de petites collectivités et des particuliers, qui peuvent rentrer en quelques années dans leur mise de fonds. L'Etat doit encourager cette œuvre en donnant des facilités pour les travaux, et guider pour les essais Il serait utile, pour une bonne gestion future, que ces boisements ne soient pas trop dispersés : ils semblent plutôt du ressort de collectivité, de société commerciale ou de coopérative que de simples particuliers qui souvent manquent de moyens et parfois de connaissances.

Le forestier est un technicien, il n'a pas à sa disposition de moyens d'action directe. Son action doit être appuyée par l'Administration qui seule permet aux mesures d'atteindre leur but.

Provisoirement, l'administration doit réglementer les feux de brousse d'une façon précise, de manière à protéger les zones forestières; elle doit veiller à l'observation des mesures prises et ne pas faire montre de faiblesse pour réprimer les infractions, sinon le travail entrepris est inopérant. L'indigène ne comprend pas la nécessité et l'utilité des mesures; s'il s'aperçoit que certains les contestent, il

pense, non sans raison, qu'elles n'ont pas un caractère indispensable d'utilité publique et n'en voit que le côté vexatoire.

L'administrateur doit surveiller le nomadisme, éviter que des individus se cachent dans les zones forestières pour échapper aux obligations qu'impose la vie en société, et ne rien faire sinon vivre du tavy aux dépens de la forêt. Un peuple ne peut tolérer que des individus vivent sans travailler aux dépens de la richesse collective, comme un père n'a pas le droit de laisser ses enfants sans soins ni instruction. Les villages sans utilité ni possibilité de culture doivent être installés dans des zones riches, aménagées, où les travailleurs peuvent produire davantage avec plus de facilité et sans dommages.

L'administrateur doit faciliter la tâche des divers services techniques dans leurs travaux d'aménagement et d'amélioration des terres et pâturages, de protection des sols et couverts, de reboisement, d'exploitation, de propagande. Seul, par son action sur les populations qu'il administre, il peut permettre aux techniciens d'atteindre les buts qu'ils se sont proposés et coordonner leurs efforts sans toutefois s'immiscer dans des travaux qui ne sont pas de sa compétence.

Les juges doivent appuyer la mise en valeur du pays en réprimant sévèrement les atteintes portées aux richesses de la collectivité, en particulier les défrichements du domaine forestier; ils ne doivent pas se laisser attendrir par une pitié irréfléchie, mais mesurer froidement l'importance du dommage causé et rendre leur sentence en toute sérénité pour qu'elle protège le bien de tous et ait un effet salutaire sur ceux qui seraient tentés d'imiter les délinquants.

Ainsi, seulement par l'action continue et harmonieuse de toutes les activités, un développement rationnel du pays peut être obtenu.

La protection des sols comme celle du couvert exige de la génération présente un certain désintéressement : les hommes doivent penser qu'ils ne sont que les usufruitiers des richesses prodiguées par la nature et en user en bon père de famille, en conservant le capital reçu de leurs pères pour le transmettre amélioré à leurs enfants.

Tananarive, le 1er juin 1948.

I. — DOMAINE ORIENTAL.

Stations	Observations	Saison chaude Nov. à Avril	Saison froide Mai à Octob.	Année entière
Antalaha	Température maxima moyenne .	29,1	26,0	27,6
	Température minima moyenne .	21,8	18,6	20,3
	Température moyenne	25,5	22,3	24,0
	Hauteur moyenne de pluie, mm	1.470	723	2 193
	Nombre moyen de jours pluvieux	97	99	196
Maroantsetra	Température maxima moyenne .	29,0	27,5	25,5
	Température minima moyenne .	22,7	20,9	21,6
	Température moyenne	26,8	20,3	23,5
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	2 067	1 467	3.534
	Nombre moyen de jours pluvieux	101	114	215
Tamatave ...	Température maxima moyenne .	29,4	25,7	27,5
	Température minima moyenne .	22,7	19,0	20,9
	Température moyenne	26,5	22,3	24,2
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	2 164	1 307	3 471
	Nombre moyen de jours pluvieux	119	119	238
Manakara	Température maxima moyenne	28,7	25,0	26,9
	Température minima moyenne .	21,9	17,0	19,5
	Température moyenne	25,3	21,0	23,2
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.967	950	2 917
	Nombre moyen de jours pluvieux	104	80	184
Fort-Dauphin ..	Température maxima moyenne .	28,6	24,8	26,7
	Température minima moyenne .	21,3	17,1	19,1
	Température moyenne	25,0	20,9	22,9
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	976	551	1 527
	Nombre moyen de jours pluvieux	83	64	147
Analamazaotra .	Température maxima moyenne .	26,8	22,2	24,5
	Température minima moyenne .	16,0	11,1	13,6
	Température moyenne .	21,0	16,7	19,0
	Hauteur moyenne de pluie, mm	1.312	375	1 687
	Nombre moyen de jours pluvieux	100	80	180
Ifanadiana	Température maxima moyenne .	28,7	24,6	26,6
	Température minima moyenne .	18,1	13,0	15,2
	Température moyenne ..	23,4	18,8	20,9
	Hauteur moyenne de pluie, mm	2 088	486	2.584
	Nombre moyen de jours pluvieux	111	74	185
Andapa	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.459	500	1 959
	Nombre moyen de jours pluvieux	118	96	214
Vondrozo	Hauteur moyenne de pluie, mm.	2.031	422	2.453
	Nombre moyen de jours pluvieux	119	71	190

II. — DOMAINE CENTRAL.

Stations	Observations	Saison chaude Nov. à Avril	Saison froide Mai à Octob.	Année entière
Ambatondrazka	Température maxima moyenne	28,7	24,5	26,6
	Température minima moyenne	18,0	13,2	15,6
	Température moyenne	23,3	18,8	21,1
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.082	58	1.140
	Nombre moyen de jours pluvieux	73	23	96
Mantasoa	Temperature maxima moyenne	24,0	19,0	21,5
	Température minima moyenne	14,4	8,9	11,6
	Temperature moyenne	19,2	14,0	16,5
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1 336	217	1.553
	Nombre moyen de jours pluvieux	119	77	190
Ambositra	Temperature maxima moyenne	25,2	21,3	23,3
	Température minima moyenne	14,8	9,6	12,2
	Température moyenne	20,0	15,4	17,7
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1 340	180	1 520
	Nombre moyen de jours pluvieux	115	56	171
Fianarantsoa	Temperature maxima moyenne	26,1	21,9	24,0
	Température minima moyenne	15,7	10,8	13,3
	Température moyenne	20,9	16,6	18,7
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.108	144	1,252
	Nombre moyen de jours pluvieux	113	63	176
Tananarive	Température maxima moyenne	26,8	23,0	24,9
	Température minima moyenne	14,8	10,2	12,6
	Température moyenne	20,8	16,6	18,7
	Hauteur moyenne de pluie, mm	1 268	111	1.379
	Nombre moyen de jours pluvieux	110	64	174
Antsirabe	Temperature maxima moyenne	25,0	21,8	23,5
	Temperature minima moyenne	13,5	7,0	10,2
	Température moyenne	19,2	14,4	16,9
	Hauteur moyenne de pluie, mm	1.284	161	1.445
	Nombre moyen de jours pluvieux	115	31	146
Soavinandrian	Température maxima moyenne	24,2	22,6	23,4
	Température minima moyenne	13,7	9,0	11,2
	Température moyenne	19,0	15,8	17,3
	Hauteur moyenne de pluie, mm	1 828	152	1 980
	Nombre moyen de jours pluvieux	114	22	136
Ihosy	Temperature maxima moyenne	29,6	26,2	27,8
	Température minima moyenne	16,1	12,5	15,3
	Température moyenne	22,9	19,4	21,5
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	805	69	874
	Nombre moyen de jours pluvieux	67	13	80

III. — DOMAINE DU SAMBIRANO.

Stations	Observations	Saison chaude Nov. à Avril	Saison froide Mai à Octob.	Année entière
Nosy-Bé	Température maxima moyenne .	30,7	28,8	29,8
	Température minima moyenne .	23,0	19,5	21,2
	Température moyenne . . .	26,9	24,0	25,5
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.912	345	2.257
	Nombre moyen de jours pluvieux	101	44	145
Ambanja	Température maxima moyenne .	32,2	31,6	31,8
	Température minima moyenne .	22,0	18,9	20,5
	Température moyenne	27,1	25,3	26,1
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.787	293	2,080
	Nombre moyen de jours pluvieux	92	30	122

IV. — DOMAINE DE L'OUEST.

Stations	Observations	Saison chaude Nov. à Avril	Saison froide Mai à Octob.	Année entière
Diégo-Suarez . .	Température maxima moyenne .	31,4	29,4	30,4
	Température minima moyenne .	23,8	21,6	22,7
	Température moyenne	27,6	25,5	26,6
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	969.6	72,8	1.042,4
	Nombre moyen de jours pluvieux	62	12	74
Vohémar	Température maxima moyenne .	30,5	27,7	29,1
	Température minima moyenne .	23,3	20,4	21,9
	Température moyenne	26,9	24,0	25,0
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	945	373	1.318
	Nombre moyen de jours pluvieux	92	75	167
Ambilobe	Température maxima moyenne .	32,8	32,2	32,4
	Température minima moyenne .	26,0	19,5	21,2
	Température moyenne	29,4	25,8	26,8
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.761	86	1.847
	Nombre moyen de jours pluvieux	78	11	89
Ambavahibe . . .	Température maxima moyenne .	29,7	27,9	28,8
	Température minima moyenne .	20,5	17,6	19,1
	Température moyenne	25,1	22,8	23,9
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1,187	104	1.291
	Nombre moyen de jours pluvieux	87	32	119
Majunga	Température maxima moyenne .	—	—	—
	Température minima moyenne .	—	—	—
	Température moyenne	28,1	26,1	27,1
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.379	83	1.462
	Nombre moyen de jours pluvieux	61	6	67
Maintirano	Température maxima moyenne .	31,0	28,0	29,5
	Température minima moyenne .	23,5	19,8	21,7
	Température moyenne	27,3	23,9	25,6
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	741	43	784
	Nombre moyen de jours pluvieux	44	9	53
Morondava	Température maxima moyenne .	32,9	29,7	31,2
	Température minima moyenne .	22,8	16,9	19,9
	Température moyenne	27,8	23,3	25,6
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	730	25	755
	Nombre moyen de jours pluvieux	39	6	45
Maevatanana . .	Température maxima moyenne .	33,7	33,3	33,5
	Température minima moyenne .	26,0	19,8	21,4
	Température moyenne	29,8	26,5	27,4
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.672	46	1.718
	Nombre moyen de jours pluvieux	90	8	98
Miandrivazo . . .	Température maxima moyenne .	34,4	33,2	33,8
	Température minima moyenne .	21,2	18,2	19,7
	Température moyenne	27,8	25,7	26,7
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	1.149	86	1.235
	Nombre moyen de jours pluvieux	83	11	94

V. — DOMAINE DU SUD-OUEST.

Stations	Observations	Saison chaude Nov. à Avril	Saison froide Mai à Octob	Année entière
Tuléar	Température maxima moyenne .	31,6	28,0	29,8
	Température minima moyenne .	20,6	14,2	17,3
	Température moyenne	26,1	21,1	23,5
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	334	82	416
	Nombre moyen de jours pluvieux	22	8	30
Ampanihy . .	Température maxima moyenne .	34,5	29,9	32,2
	Température minima moyenne .	20.1	16,1	17,1
	Température moyenne	27,3	23,0	24,7
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	505	67	572
	Nombre moyen de jours pluvieux	48	17	65
Antanimora ...	Température maxima moyenne .	32,7	28,2	30,5
	Température minima moyenne .	19,9	14,4	17,2
	Température moyenne	26,3	21,3	23,8
	Hauteur moyenne de pluie, mm.	482	81	563
	Nombre moyen de jours pluvieux	46	17	63

L'érosion des sols à Madagascar

par M. P. SEGALEN,
Pédologue de l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale.

I. — INTRODUCTION.

Un des premiers explorateurs scientifiques de Madagascar, PERRIER DE LA BATHIE, avait souvent formulé l'opinion qu'avant toute tentative de mise en valeur du sol, celui-ci fut bien étudié et connu. C'est en quelque sorte en réponse à ce vœu, que l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale créait à Madagascar, dès 1945, un service de Pédologie qui devait commencer l'étude méthodique des sols de l'Ile.

Cependant, différentes personnes, soit appartenant aux services techniques de la colonie, soit envoyées en mission de France avaient déjà consacré des études aux sols de l'Ile.

Dans son ouvrage fondamental sur la Minéralogie de Madagascar, A. LACROIX consacre une partie importante aux sols et en particulier aux latérites qui représentent les types les plus abondants. De nombreux exemples y sont donnés, accompagnés d'analyses. ERHART parcourt à son tour l'île à plusieurs reprises. Une très large part est consacrée aux sols de Madagascar dans les deux tomes de son *Traité de Pédologie*. L'auteur y étudie les théories pouvant expliquer la latéritisation, tant du point de vue physico-chimique que climatique. M. BESAIRIE, Chef du Service Géologique de Madagascar, ajoute très souvent aux cartes géologiques qu'il fait publier, un chapitre consacré aux sols. En 1945, il publie un *Essai de carte pédologique de Madagascar* qui fait le point des travaux concernant les sols jusqu'à cette date.

D'autres auteurs se sont attachés à l'étude de régions limitées : BONNEFOY — GARB et GOHIER — DECARY — MUNTZ et ROUSSEAU se sont surtout attachés aux qualités agronomiques des sols.

II. — LES TRAVAUX DU SERVICE PEDOLOGIQUE.

Dès le début de 1946, l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale de Paris, envoyait à Madagascar ses deux premiers pédologues MM. CLAISSE et RIQUIER. Après avoir pris connaissance des sols de l'île, sous la direction de M. HÉNIN d'abord, et de M. CHAMINADE ensuite, ils entreprirent de dresser la carte des sols de deux régions : la vallée du bas-Mandrare et la cuvette du Lac Alaotra.

En 1947, le jeune service pédologique s'intègre dans l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar que dirigent le Professeur MILLOT et M. PAULIAN. Il reçoit l'appoint de deux nouveaux pédologues, MM. MOUREAUX et SÉGALEN. En outre, le bâtiment du Laboratoire de pédologie est terminé et dès la fin de 1947, après avoir reçu un premier envoi de matériel de la Métropole, les déterminations analytiques sur les échantillons prélevés sur le terrain peuvent être entreprises.

Le programme de prospection est particulièrement vaste, puisqu'il ne s'agit pas moins que de dresser la carte des sols de toute l'île. Il s'exécutera de proche en proche en partant du Sud. Une part a été faite aux besoins immédiats de la Colonie. C'est ainsi que la cuvette du lac Alaotra a déjà été cartographiée et que l'on envisage d'étudier la vallée de l'Onilahy et la région volcanique de l'Ankaizina.

Les travaux déjà effectués comportent :

1) La cuvette du lac Alaotra.

Cette cuvette, située à 175 km. environ au Nord-Est de Tananarive est l'objet d'une étude poussée de la part des services techniques de la Colonie. On projette d'en faire le grenier à riz de Madagascar. De vastes espaces, actuellement immergés à chaque saison des pluies, pourront être récupérés définitivement et grâce à une irrigation bien conduite, livrés à une culture intensive et rationnelle. Un chemin de fer relie déjà la région du Lac Alaotra à la ligne Tananarive-Tamatave et permettra l'évacuation des produits soit vers la capitale, soit vers la côte.

Il était normal que les pédologues soient amenés à s'occuper de cette région. Lors de leur prospection de 1947, MM. CLAISSE et RIQUIER ont dressé une carte détaillée des types de sol et de leur répartition : latérites, latéritites, alluvions lacustres anciennes et récentes, sols, de marais.

Cette carte qui va paraître incessamment sera accompagnée d'une notice donnant les caractéristiques morphologiques, physiques et chimiques des différents types de sols.

2) Région du Bas-Mandrare.

L'étude de cette région ainsi que la suivante s'intègre dans le programme de cartographie générale des sols de Madagascar.

Le bassin du fleuve Mandrare appartient par la majeure partie de son cours à la région de l'Androy située à l'extrême-sud de Madagascar, et l'une des plus sèches de l'île. Après avoir coulé d'abord Sud-Nord, le Mandrare s'infléchit d'abord vers l'ouest puis vers le sud, pour traverser le massif volcanique de l'Androy. Il se jette à la mer à l'est du cap Andrahomana entre Fort-Dauphin et le cap Sainte-Marie. Pendant une très grande partie de l'année, le Mandrare a de l'eau, ce qui est très important pour cette région où une sécheresse prolongée détermine la disette.

Le relevé des types de sols de ce bassin a été effectué en 1946 par MM CLAISSE et RIQUIER et complété récemment par MM. RIQUIER et MOUREAUX. L'étude des échantillons prélevés sur le terrain n'a pu être encore effectuée, elle sera commencée dès la prochaine saison des pluies

3) Région du Bas-Manarandra.

Le fleuve Ménarandra constitue en gros la limite de l'Androy et du Mahafaly Sa vallée commence un peu au sud d'Isoanala et est constamment orientée Sud-Sud-Ouest. Le fleuve coule d'abord sur le socle cristallin et après avoir traversé le plateau calcaire côtier, atteint la mer entre Androka et le Cap Sainte-Marie.

A part les mois d'été, le Ménarandra est assez irrégulièrement alimenté en eau. Le relevé des types de sols de sa vallée et leur

répartition ont été commencés dans les premiers mois de 1948 par MM. RIQUIER et MOUREAUX et se poursuit actuellement avec MM. MOUREAUX et SÉGALEN.

III. — LES TYPES DE SOLS A MADAGASCAR.

Les travaux antérieurs à la création du service pédologique (en particulier ceux de LACROIX, ERHART, M. BESAIRIE) et ceux effectués depuis, permettent de subdiviser les sols de l'île en deux grands groupes.

A. — Les sols autochtones comprennent les latérites parfois cuirassées comme dans les Tampoketsa et l'Horombé, des argiles latéritiques formées surtout à partir de roches métamorphiques et éruptives du centre et de l'Est. On trouve également des sols jeunes noirs sur des produits volcaniques récents dans la région du lac Itasy. ERHART les a assimilés à des « tchernoziomes ». Dans d'autres régions de volcanisme plus ancien, la latérisation est déjà avancée (Massif de l'Ankaratra).

B. — Les sols allochtones comprennent entre autres les sables roux du sud, les cataractes argilo-sableuses de l'ouest, les sols alluviaux. provenant d'éléments déjà latéritisés ou non. Leur remaniement constant par les eaux et le vent, fait que très souvent, ils ne reposent pas sur la roche-mère qui leur a donné naissance.

IV. — L'EROSION DES SOLS A MADAGASCAR.

1) Géneralités.

L'érosion est, à l'heure actuelle, le danger n° 1 qui menace les sols de l'île. Ce phénomène destructeur du relief et du sol arable prend ici des proportions considérables. L'action des eaux et du vent est singulièrement renforcée par l'intervention de l'homme.

a) ACTION DE L'EAU

Elle s'exerce de façon *générale* suivant les régions et le type de végétation. La côte Est est largement arrosée pendant toute l'année mais elle est encore largement boisée. Les hauts-plateaux du Centre et le Nord-Ouest reçoivent les pluies pendant un nombre limité de mois, 4 à 5 environ. Mais le manque d'une bonne couverture végétale fait que l'action des eaux y est particulièrement efficace. Les régions Ouest et Sud sont peu arrosées et ont un climat sub-désertique. Les chutes de pluies y sont courtes et brutales — orages subits — leur action sur le sol peut être catastrophique.

b) ACTION DU VENT.

Elle est importante surtout dans les régions sèches. Les sols arénacés y subissent un remaniement constant. Le port de la végétation en est influencé (dans l'Androy, par exemple).

c) ACTION DE L'HOMME.

L'action de l'homme est souvent particulièrement néfaste, car les deux causes précédentes ne peuvent jouer sans elle. Il est en effet admis que si les hauts-plateaux sont complètment déboisés à l'heure actuelle, cela est uniquement le fait de l'homme à la recherche de pâturages pour ses bœufs. Le sol privé de sa couverture forestière protectrice est mis à nu (le tapis de graminées de la prairie est presque toujours discontinu). La matière organique est détruite et les pluies auront tôt fait d'éroder le sol avec énergie.

2) **Les Formes de l'Erosion.**

Les principales formes de l'érosion des sols à Madagascar sont la « sheet-erosion » ou érosion en nappes, la « gully-erosion » ou érosion en ravins et enfin une forme tenant à la fois des deux précédentes que l'on nomme « érosion en lavaka ».

EROSION EN NAPPES

Cette forme d'érosion s'exerce à peu près partout, faisant des ravages considérables souvent peu apparents et difficiles à apprécier. Elle consiste en l'enlèvement de couches horizontales de sol. Lorsque sur les hauts-plateaux du centre, une nouvelle surface est déboisée, l'horizon meuble de surface est enlevé très rapidement par les eaux des pluies. Dans les régions du sud, où les sols sont le plus souvent arénacés, les particules les plus fines sont entraînées rapidement par le vent laissant sur place un résidu sableux.

EROSION EN RAVINS

L'érosion en ravins peut se produire dans des terrains de compacités très différentes. Sur les hauts-plateaux, la surface argileuse compacte peut être entamée régulièrement par le passage répété de bœufs au même endroit. Les eaux élargiront le creux formé et le transformeront en un véritable petit ravin. Dans les régions Ouest et Sud, la surface est très souvent battue et durcie; qu'une fente s'y produise et l'eau s'y engouffre ne tardant pas à l'élargir en créant un véritable canyon à parois verticales.

EROSION EN LAVAKA

L'érosion en lavaka combine ces deux processus. Elle est visible surtout sur les argiles latéritiques dénudées du Centre. Elle débute par une fente dans l'horizon supérieur durci, en un point quelconque, généralement à mi-hauteur, sur une pente. L'eau qui y pénètre affouille les horizons inférieurs plus meubles au niveau de la roche-mère. Un glissement de tout le profil se produit alors, entraînant rapidement plusieurs milliers de mètres cubes de sol. Une fois la lavaka amorcée, elle se poursuivra vers l'amont, à la faveur de nouvelles fentes.

Le travail des eaux se continuera en affouillant la partie meuble sous-jacente. Il se formera un surplomb qui ne tardera pas à s'effondrer, faisant reculer la paroi du canyon.

Si le sol est meuble, du haut en bas du profil, on n'aura pas de parois verticales, mais inclinées qui se creuseront de multiples rigoles, lesquelles auront un effet non moins intense.

Au pied de la lavaka, les éboulis formeront de véritables cônes de déjection. Plusieurs lavakas agissant sur la même colline finiront par se rejoindre et mettre à nu la roche sous-jacente.

ÉROSION PAR LES RIVIÈRES.

Elle est importante dans les régions alluviales où les berges sont mal protégées. Les crues souvent violentes attaquent avec énergie les rives constituées d'éléments fins et fertiles et les font reculer. Un exemple frappant est fourni à Ampotaka sur le Ménarandra, où le fleuve fait reculer la terrasse alluviale de 1 m. à 2 m. par an, menaçant les bâtiments qui y sont construits.

COMBLEMENT

Tous les éléments enlevés de ces différentes façons aux sols, sont conduits plus ou moins directement à la mer. Il n'en va pas de même avec les éléments véhiculés par les vents. Dans le sud de Madagascar, des dunes mobiles en provenance du rivage ont déjà par endroits franchi le plateau calcaire côtier qui s'élève pourtant à plus de 100 m. et menacent actuellement la plaine alluviale du Ménarandra.

3) L'érosion sur les différents types de sols.

Le facteur qui conditionne l'érosion est l'absence ou la présence de matière organique. On connaît son rôle primordial dans le maintien de la fertilité d'un sol; il n'est pas moindre dans la conservation de l'eau Un sol riche en humus retiendra des quantités d'eau considérables et l'excès s'écoulera limpide; tandis que sur le sol sans matière organique, le ruissellement sera intense et les eaux chargées de particules en suspension. Dans *Ploughman's Folly*, Faultener déclare que l'érosion ne commence que lorsque la surface du sol est devenue non-absorbante par perte de la matière organique qui, elle, a une capacité d'absorption très élevée. Mais cette précieuse matière humique ne peut se maintenir si l'on vient à détruire la couverture végétale forestière qui lui a donné naissance. Par la suite, des propriétés physiques défavorables feront que les sols seront une proie facile pour l'érosion.

A ARGILES LATÉRITIQUES

Il convient de distinguer les argiles latéritiques sous forêt et sous prairie.

a) **Sous forêt,** on aura le profil typique suivant :

A.1	10 à 20 cm.	Horizon grumeleux gris avec nombreux débris organiques plus ou moins décomposés.
A.2	de 20 à 150 cm.	Horizon jaunâtre appauvri en fer et généralement en argile. Début de podsolisation.
B.	150 cm. et dessous.	Argile rouge très compacte.
C.		Zone d'attaque de la roche-mère granuleuse grâce aux minéraux encore peu altérés et ayant gardé leur forme.

Sous forêt primaire. — L'horizon supérieur A est généralement peu épais et présente une bonne structure physique. L'humus retiendra la majorité de l'eau tombée et protégera les colloïdes argileux en évitant l'éclatement des agrégats. Le sol se maintient à peu près toujours en place et l'érosion est peu à craindre. Pas de lavaka.

Sous forêt secondaire ou Savoka. — Une bonne partie de la matière organique a été détruite et l'humus ne s'est pas encore reconstitué Le sol est moins protegé et peut subir un commencement de dessiccation. Des fentes de retrait pourront se produire et le sol sera divisé en de nombreux polyèdres. L'eau de pluie sera divisée en petites rigoles et le travail d'affouillement sera facilité.

Si l'on vient à défricher une zone forestière pour la mettre en culture, l'horizon supérieur humifère meuble, non protégé et entretenu, est très facilement érodé si l'on ne veille pas à sa conservation. L'eau pénètre à travers A jusqu'en B et entraîne la partie supérieure par érosion en nappe

b) **Sous prairie,** on peut observer le profil typique suivant :

Ao.	1 à 2 cm.	Croûte terreuse parfois humifère.
B.		Horizon rouge compact, très forte teneur en argile durcie par dessiccation.
C.		Zone d'attaque de la roche-mère.

Un tel sol sans humus est pratiquement imperméable. Les pluies violentes y pénètrent peu. Même après plusieurs jours de pluie, seuls les premiers centimètres sont humides. Les habitants des hauts-plateaux creusent leurs greniers à riz dans le sol. L'eau déterminera la dispersion de l'argile en surface et la dessiccation ressoudra les différents éléments pour en faire une véritable brique. Cette imperméabilité de surface, due en grande partie à l'abondance de l'argile, est également favorisée par la présence d'oxydes de fer et d'alumine qui forment des gels colloïdaux et empêchent la mouillabilité.

Les fentes de dessiccation dans l'argile latéritique sont rares, surtout si l'argile est kaolinique. Cependant, elles existent et ce sont elles qui permettent l'érosion. La formation de lavaka est très abondante sur ce type de sol. Il se crée de vastes cirques qui une fois

amorcés s'élargissent très rapidement. Les hauteurs déboisées voisines du Lac Alaotra sont à l'heure actuelle énergiquement dégradées par ce processus. Dans les argiles latéritiques formées à partir de micaschistes, les glissements sont encore facilités par les plans de schistosite fournis par les lits de mica.

Les argiles latéritiques sur gabbro portent des lavakas à parois assez inclinées. Le sol y est moins compact et s'éboule plutôt qu'il ne s'arrache. Ceci est peut-être dû à une saturation des colloïdes par le calcium provenant des plagioclases.

B - LATERITES CUIRASSEES

Des superficies assez étendues sont actuellement recouvertes de cuirasses latéritiques. Ces cuirasses très dures occupent des surfaces horizontales ou suborizontales qui, elles aussi, sont aux prises avec l'érosion. Les pluies agissent peu sur la partie supérieure bien que toujours dénudée. C'est par les bords que l'attaque se produit. La partie sous jacente moins résistante est enlevée et la croûte est mise en surplomb. Des blocs s'en détachent peu à peu et parsèment les pentes. Ces blocs à leur tour seront morcelés et réduits en fragments de plus en plus petits.

C LES TERRES ROUGES DE L'OUEST

Dans tous ces sols, l'altération chimique est moins importante que l'altération physique. La proportion de sable y sera élevée. Le climat se rapproche du climat subdésertique. Les sols seront sensibles à l'érosion qui agira par enlèvement en nappe des particules les plus fines, lesquelles seront entraînées et définitivement perdues par la création de ravins qui se ramifieront emportant des quantités considérables de sol.

L'érosion éolienne enfin y sera intense et remaniera sans cesse les sols.

D SOLS ARÉNACÉS DU SUD.

Ces sols sont caractérisés par une absence presque totale d'humus. L'action éolienne sera prépondérante si le sol vient à être découvert (Androy). Les pluies rares, mais violentes, entraîneront les parties fines du sol.

4) Les moyens de lutte contre l'érosion.

En tête des moyens de lutte contre l'érosion des sols à Madagascar, il semble que l'on puisse placer le retour à la couverture végétale inconsidérément détruite par l'indigène. L'arbre est, dans tous les cas, le garant de la conservation du sol. Il permet le renouvellement de la matière organique qui emmagasine l'eau et régularise son écoulement. De plus, par ses racines, il aide à maintenir le sol en place. Pas de lavaka, en forêt; tandis qu'en prairie, elle n'est que trop fréquente. Toute mise en exploitation des sols de prairie

à Madagascar est impossible tant qu'on n'aura pas recréé et maintenu un stock suffisant de matière organique et pour cela, le seul moyen est de reboiser.

Lorsqu'on met en culture un sol latéritique, la matière organique existante aide au maintien de la structure grumeleuse. Lorsque celle-ci vient à disparaître, on peut y remédier par une régénération artificielle grâce au labour. La nouvelle stabilité sera due à un émiettement mécanique suivi de dessiccation. La dessiccation peut s'opérer de plusieurs manières : 1) déshydratation des argiles permettant un rapprochement des particules et l'augmentation de la cohésion; 2) déshydratation de la couche externe des particules avec augmentation de la cohésion; 3) pectisation des hydroxydes.

A la première pluie, il y aura dispersion des argiles et éclatement des agrégats et l'on retournera très rapidement à la structure compacte favorable à l'érosion.

De plus, un labour ainsi conçu aura pour effet d'achever la destruction de ce qui reste de la matière organique. Il faudra renouveler celle-ci au moyen de fumure. L'enfouissage d'engrais vert paraît une solution intéressante.

La construction de terrasses ou de murettes entraînerait de trop fortes dépenses sur les hauts-plateaux malgaches. Si l'on ne reboise pas, les pentes sont vouées à la destruction à plus ou moins brève échéance.

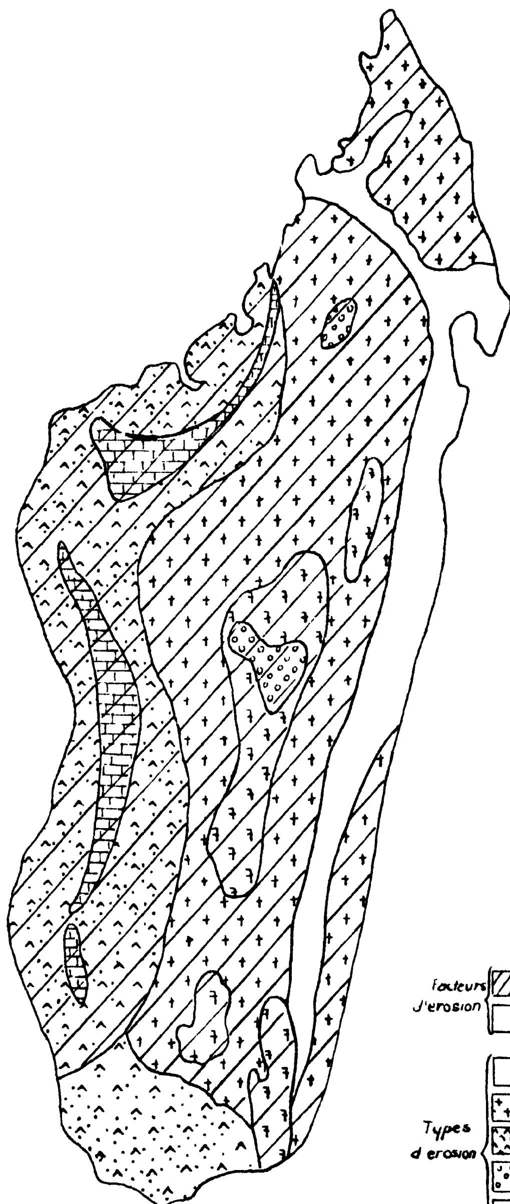
Dans les régions Sud soumises à l'influence prépondérante des vents, la matière organique a encore son rôle à jouer. Actuellement, on lutte contre l'érosion éolienne par des brise-vent en cactus inerme (Ambovombé).

V. — LE MODELE TOPOGRAPHIQUE DE MADAGASCAR.

Le modelé topographique de Madagascar est dû en grande partie à l'érosion. Pour comprendre sa formation, il faut remonter à la fin du tertiaire ou début du quaternaire. A la suite d'un long travail de pénéplanation, le relief est relativement plat. Tous le pays est boisé et l'altération latéritique des minéraux peut jouer à cette époque. Sur les surfaces horizontales se forment des cuirasses latéritiques, dont nous voyons les restes à l'heure actuelle. Les sommets s'arrondissent, les vallées se comblent et le relief tend vers la sénilité.

Un soulèvement continu et lent de l'île détermine une reprise de l'érosion de tous les fleuves qui recreusent leurs alluvions. Puis l'homme aidant, une érosion actuelle brutale attaque les profils latéritiques, mettant à nu la roche sous-jacente sur de vastes étendues. Déjà, seuls les fonds de vallées peuvent être livrés à la culture. Toutes les hauteurs devraient être reboisées et les espaces encore boisés protégés. C'est le seul moyen de limiter les dégâts.

ESSAI D'UNE CARTE DE L'EROSION A MADAGASCAR



NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE DE L'EROSION

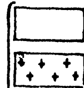
FACTEURS D'EROSION



Erosion par le vent prédominante

Erosion par l'eau predominante

TYPES D'EROSION



Erosion nulle (forêts)

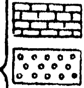
Erosion sur socle cristallin :

Erosion laterale en nappe ou "sheet erosion"

+ formation de lavaka

+ quelque fois "overgazing" (abus de paturage)

Topographie collines aux formes arrondies, plaines alluviales tres etendues et parfaitement horizontales (fig 2) Stade de maturite du cycle d'erosion normale



Erosion Karstique sur calcaire

Erosion sur roches volcaniques

erosion par ravinement ou "gully erosion"

(très peu ou pas de lavaka)



Erosion sur sols sédimentaires

ravinement et erosion en nappe (gully et sheet erosion)

+ erosion eolienne avec formation de dunes sur les cotes

+ erosion verticale un peu partout (overcropping")

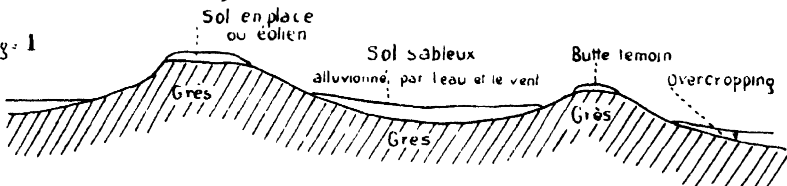
Topographie caracteristique des regions seches

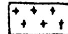
formes anguleuses buttes temoins relief horizontal et surface plane (plateforme structurale et peneplaine partielle) (fig 1)

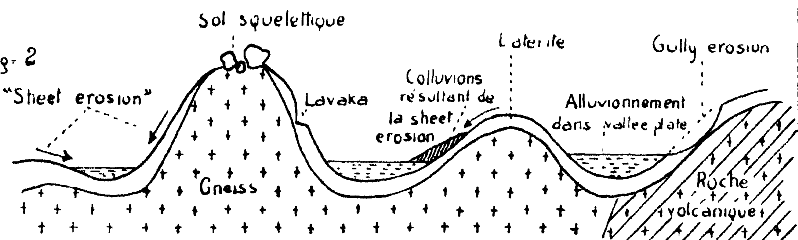
Sols squelettiques au stade ultime de l'érosion

roches nues eboulis blocs isoles dans la laterite

EROSION TYPE REGION SEDIMENTAIRE 



EROSION TYPE REGION CRISTALLINE  ET VOLCANIQUE 



Deux exemples d'Erosion accélérée à Madagascar

par

H. BESAIRIE,
Géologue en Chef.

L'intense déforestation qui a sévi à Madagascar durant la période historique et quasi transformé l'ancienne forêt du centre en un domaine de prairie, entraîne une érosion accélérée dégradant profondément les sols et entraînant de graves conséquences

Le premier exemple que nous signalons, se rapporte à l'érosion dans le bassin de la Betsiboka qui est drainé par la Betsiboka, l'Ikopa et temporairement par la haute Mahajamba. Le bassin versant de l'ensemble a une superficie d'environ 60,000 km². C'est actuellement un domaine de prairie où l'ancienne végétation forestière a complètement disparu. Les trois quarts du bassin sont formés de schistes cristallins avec, d'une part des gneiss, d'autre part des micaschistes. Ces roches sont recouvertes d'une forte couche d'argiles latéritiques, particulièrement épaisse sur les micaschistes, et l'érosion y creuse des entailles profondes à flancs verticaux connues localement sous le nom de *lavaka*.

Les études récentes effectuées en vue de la construction du port de Majunga viennent de révéler, par la comparaison des levés hydrographiques de 1891 et de 1946, un très important comblement de l'estuaire de la Betsiboka. Des trois chenaux d'accès, l'un, celui du nord, a disparu, l'autre, celui du nord-est, devient de plus en plus difficile. L'Ingénieur des Ponts et Chaussées CROUZET a calculé le volume des dépôts effectués depuis 1891 et est arrivé à une moyenne annuelle de plus de 15 millions de mètres cubes. Ces dépôts sont uniquement formés de vases colloïdales d'origine latéritique. Les analyses montrent que la teneur moyenne en colloïdes d'un profil latéritique peut être fixée à 15 %. Il s'ensuit que le débit solide actuel du fleuve est d'environ 100 millions de mètres cubes par an. Un chiffre du même ordre a été obtenu à partir des débits de crues et de la teneur en matières solides qu'ont les eaux à ces périodes. On pourrait déduire de ceci que l'érosion enlève, en moyenne, chaque

année une couche de terrain de deux millimètres sur l'ensemble du bassin versant. En réalité, l'érosion étant beaucoup plus intense dans les zones de micaschistes, l'abrasion annuelle y est, pour ces dernières, de l'ordre du centimètre.

L'important et récent phénomène de siltage qui comble l'estuaire de la Betsiboka, était amorcé depuis longtemps déjà par les gros ensablements des confluents Betsiboka-Ikopa et Mahajamba-Kamoro. Dans le premier, la position des lits subit des déplacements de plusieurs kilomètres. Dans le second, des captures périodiques se produisent. La voie normale de la Mahajamba est l'écoulement au nord vers Tsimitondraka, où la pente est plus forte. Mais le cours supérieur du fleuve, drainant une région très riche en micaschistes, possède un débit solide considérable et les matériaux fins et grenus viennent s'épandre au pied des hauts-plateaux cristallins, formant un véritable delta intérieur où des barrages alluvionnaires détournent le courant vers la Betsiboka par l'intermédiaire du Kamoro. Lorsqu'une crue plus forte rompt les barrages, l'écoulement reprend vers le nord. Plus que la Betsiboka et l'Ikopa, la haute Mahajamba draine une région très riche en micaschistes et une grande partie de son estuaire est dès maintenant comblé.

Le deuxième exemple est pris dans le sud-ouest de l'île et se rapporte au bassin hydrographique du Fiherenana. Ce fleuve a un cours intermittent et son écoulement pérenne s'arrête à une trentaine de kilomètres de la mer, où il disparaît dans les sables en saison sèche. En crue, le débit solide est considérable.

Le haut Fiherenana coule dans une vaste zone des formations de l'Isalo (grès et argilites continentaux du Trias-Lias). Il est particulièrement remarquable de constater que le Fiherenana et ses affluents nord, qui traversent des régions encore boisées, roulent des eaux très claires, alors que les affluents sud traversant les mêmes terrains, mais dans un domaine de prairie, roulent toujours, et aussi en saison sèche, des eaux rouges très chargées en limon et argile. Là, les formations de l'Isalo, qui dans leur climax normal sont des plateaux sablonneux à forêt et savane, sont recouvertes de prairies; l'érosion y creuse des entailles profondes dont la réunion produit des reliefs très déchiquetés (massif du Vohiména). L'érosion régressive progresse très rapidement dans ces formations tendres et une capture proche se produira au détriment du bassin de la Malio.

Cette érosion accélérée, par suite du grand développement des ravinements, favorise le ruissellement par rapport à l'infiltration. Il s'ensuit des crues violentes et, corrélativement, une régression de l'écoulement en saison sèche et un abaissement des nappes aquifères. Les conséquences en sont graves. La prise d'eau de l'important canal

qui irrigue la plaine de Tuléar se trouvait autrefois à Miary, à la sortie des gorges; elle a dû être remontée progressivement de plus de 15 kilomètres et un nouveau déplacement vers l'amont s'avère aujourd'hui nécessaire. Le niveau hydrostatique de la nappe aquifère s'est abaissé de plusieurs mètres compromettant le fonctionnement de la station de captage établie en 1934. A l'embouchure, un siltage exhaussif élève le niveau des crues qui attaquent fortement la digue de protection de Tuléar. La zone côtière, à l'abri des récifs, subit un envasement important.

Est-il possible de mettre un terme aux néfastes conséquences de l'érosion accélérée? Pour combattre l'envasement du port de Majunga, le rétablissement du cours normal de la Mahajamba diminuerait les apports dans la Betsiboka, mais ce ne serait qu'un difficile palliatif et c'est à la cause qu'il faut s'attaquer.

Vu les très grandes superficies, on ne peut songer à un reboisement systématique. Outre la protection intégrale des domaines boisés, là où ils existent encore, le seul remède possible paraît être de déclencher et de protéger l'établissement de la savane boisée par la suppression des feux de brousse.

La dégradation des Sols à Madagascar

par M. HUMBERT,
Membre de l'Académie des Sciences Coloniales,
Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle (Paris).

AVANT-PROPOS

Madagascar est l'un des pays du monde où l'importance des problèmes soulevés par la dégradation des sols justifie le mieux la mise en place d'un organisme chargé d'en poser les données, afin de rechercher les solutions susceptibles de remedier à une situation alarmante pour l'avenir économique et social de la grande île.

Il s'agit là de problèmes complexes dont l'examen requiert des compétences diverses Pédologues, botanistes, forestiers, agronomes, zootechniciens, climatologistes doivent être appelés à collaborer dans cet organisme, dont la tâche la plus difficile ne sera pas de déceler les causes du mal et d'en constater les effets, mais de s'accorder sur les mesures à proposer pour enrayer les dévastations qui s'étendent de génération en génération et ont d'ores et déjà ruiné définitivement de vastes territoires

Le signataire de ce rapport est un botaniste qui, depuis 36 ans, a effectué six séjours sur la grande île (1) pour en parcourir les territoires les plus variés et y étudier à la fois la flore dans ses moindres détails et la végétation sous tous ses aspects et qui, en outre, a consacré plusieurs longs voyages à des recherches de même ordre sur le continent africain, de l'Equateur au Cap et de l'Océan Indien à l'Atlantique (2), en vue d'études comparatives sur les caractères des peuplements végétaux autochtones et l'évolution des formations secondaires. Il n'a d'autre prétention ici que de rappeler des faits sur lesquels l'éminent naturaliste H PERRIER DE LA BATHIE a attiré magistralement l'attention après plus de 30 ans d'observations (effectuées à partir de 1896) dont l'exactitude ne s'est jamais trouvée en défaut, et qu'il a à son tour exposés à maintes occasions en y ajoutant les résultats de ses observations personnelles.

---

(1) En 1912, 1924, 1928, 1933-34, 1937, 1946-47. Il doit d'ailleurs y retourner dans quelques semaines.

(2) Ainsi qu'en Afrique du Nord

I. — EXPOSE SOMMAIRE DES FACTEURS QUI CONDITIONNENT, A MADAGASCAR, LA VEGETATION ET LES SOLS.

Allongée sur plus de 13°de latitude, avec une largeur maximum de 500 km., l'île présente un versant oriental relativement abrupt, un vaste massif central, dont les reliefs culminent habituellement entre 1.500 et 2.000 mètres, quelques-uns d'entre eux (Tsaratanana, Ankaratra, Andringitra) dépassant largement cette altitude (jusqu'à 2.885 m.), et un versant occidental dont les pentes supérieures sont généralement assez rapides, mais qui s'étale largement en plaines ou en plateaux de faible altitude (jusque vers 300 à 500 m.), à l'exception de quelques reliefs médiocres, tels que l'Isalo (1.200-1.400 m.) et l'Analavelona (1.300 m.) dans le Sud-Ouest.

Vers le Sud, le massif central s'abaisse progressivement jusqu'aux plaines de l'Androy et du pays Mahafaly, l'extrême-Sud-Est seul restant très montagneux, avec des sommets de 1.500 à 2.000 m., à une cinquantaine de kilomètres de la mer. Dans l'extrême-Nord, au delà du Tsaratanana, il s'abaisse brusquement, mais l'orographie de ce secteur est assez complexe; la montagne d'Ambre le domine de ses 1.400 mètres.

Ce sont principalement les particularités du relief qui diversifient les climats régionaux et locaux et, par suite, la distribution de la végétation autochtone : pendant l'hiver austral, l'alizé du S-E provoque, sur les pentes du versant oriental, des précipitations copieuses et, sur le massif central, des brouillards et des pluies fines et fraîches s'affaiblissant progressivement d'Est en Ouest et disparaissant à une certaine distance au delà des lignes de faîte : le versant Ouest reste sec et lumineux pendant cette saison. En saison chaude, règnent des orages provoquant des pluies abondantes sur presque toute l'île. Mais la lame d'eau annuelle diminue du N au S et l'extrême-Sud est un pays semi-aride. Deux « anomalies » sont à signaler : dans le Nord-Ouest, le secteur du Sambirano (y compris l'île de Nosi-bé) offre un climat analogue à celui de l'Est, mais plus chaud et plus pluvieux, des pluies y tombant en toute saison, par suite de la disposition des hauts reliefs de cette partie de l'île et, au delà, l'extrême Nord offre, au contraire, un climat semblable à celui de l'Ouest, c'est-à-dire deux saisons très contrastées, l'une abondamment pluvieuse, l'autre très sèche (de mai à octobre); seul, le haut de la montagne d'Ambre y jouit d'un climat analogue à celui du Centre. La hauteur annuelle des précipitations est de l'ordre de 3 à 4 m. dans l'Est et le Sambirano; de 1,20 à 1,50 m. dans le Centre, de 0,70 à 1,50 m. dans l'Ouest; de 0,35 à 0,70 m. dans le Sud.

Les caractères de ces climats variés se reflètent exactement, comme toujours, dans l'aspect physionomique et les normes biologiques de la végétation native : les grands territoires biogéographiques se répartissent ainsi :

(Territoires biogéographiques de premier ordre)	(Territoires biogéographiques de deuxième ordre)
Territoires « au vent » Région orientale et Sambirano =	Domaines de l'Est — du Centre (1) — du Sambirano
Territoires « sous le vent » Région occidentale au sens large (moins le Sambirano)	Domaine de l'Ouest (y compris secteur de l'extrême Nord) Domaine du Sud-Ouest et de l'extrême Sud

Les limites du domaine du Centre se placent aux environs de la courbe de niveau de 800 m., tant vers l'Est que vers l'Ouest.

Du point de vue géologique, ces territoires sont très différents. Il se trouve que les « domaines » de l'Est et du Centre s'étendent à peu près complètement sur un substratum de roches métamorphiques ou éruptives (à l'exception de minimes étendues de dépôts crétacés sur la côte Est). Dans le domaine du Sambirano, le substratum est, en majeure partie, sédimentaire (anciens sédiments marins) ou volcanique. Le domaine de l'Ouest est, de beaucoup, celui qui couvre les formations géologiques les plus diverses : on y rencontre toute la série des dépôts sédimentaires marins du Permien au Tertiaire (grès, sables calcaires, compacts ou tendres, marnes, argiles, etc.), des dépôts continentaux, une vaste étendue de roches cristallines dans la moitié Sud (partie Ouest du massif central), plus quelques îlots des mêmes roches dans le Nord-Ouest et, çà et là, des épanchements volcaniques anciens. Le domaine du Sud-Ouest s'étend lui aussi, mais à un moindre degré, sur des formations géologiques très différentes (principalement roches métamorphiques du vieux sol cristallin, calcaires secondaires, tertiaires et quaternaires, grès, roches volcaniques, etc.).

L'action corrélative des facteurs climatiques et de la couverture végétale s'est exercée depuis de longues périodes géologiques sur les éléments de ce substratum : les études floristiques et phytogéographiques relatives à Madagascar sont suffisamment avancées maintenant pour qu'il soit permis d'affirmer que la mise en place des éléments floristiques et la constitution du couvert végétal remontent à un lointain passé, à l'échelle des temps géologiques. Il n'est pas douteux que la flore et la végétation actuelles de la grande île, de même

(1) Ce domaine s'étend sur toute la largeur du massif central dans sa moitié Nord, et se rétrécit considérablement dans sa moitié Sud, vers les montagnes qui le bordent à l'Est, par suite du profil transversal du relief et des incidences de ce profil sur la progression vers l'Ouest des masses d'air humides venues de l'Océan Indien.

que sa faune, représentent l'héritage direct de l'ère tertiaire. Les grandes perturbations climatiques qui, au quaternaire, ont presque entièrement fait table rase des flores tropicales sous les latitudes des pays actuellement tempérés de l'Europe ou de l'Amérique du Nord, n'ont eu que de faibles répercussions sous les latitudes de la grande île où elles ont amené tout au plus des oscillations verticales dans les limites altitudinales des étages de végétation, et des déplacements horizontaux dans la distribution des isohyètes et des isothermes, déplacements dont témoignent actuellement certaines particularités de la distribution des espèces et de la répartition des groupements végétaux.

La différenciation des sols et l'organisation du couvert végétal ont évidemment marché de pair. Sur les versants « au vent » (1), se constituait lentement le revêtement d'argiles latéritiques, dont la formation, à partir des roches silicatées alumineuses exige, comme l'a montré ERHART (2), un mouvement continuellement descendant des eaux d'infiltration, conditionné par l'absence de saison sèche accusée (3), et par l'existence corrélative d'un puissant couvert protecteur, en même temps qu'une température suffisamment élevée: au-dessus de 2.000 m. environ, sous les latitudes de Madagascar, il n'y a plus de latéritisation et l'altération des mêmes roches, granites, gneiss basaltes, etc. ne donne plus que des sols arénacés ou tourbeux, noirâtres, acides, de faible épaisseur.

En progressant de l'Est à l'Ouest, dans le Centre, on voit les argiles latéritiques perdre de leur puissance. Sous le climat de l'Ouest, à saison sèche très accusée, et sous celui du Sud, à climat semi-aride, se sont constitués des sols variés, tantôt squelettiques (sur les plateaux de calcaires compacts de l'Ouest et du Sud-Ouest, et sur le substratum de roches cristallines du Sud, tantôt plus ou moins profonds et rubéfiés, parmi lesquels des sables d'origine éolienne occupent, dans le Sud-Ouest, de vastes étendues) (4).

(1) Dès le Crétacé supérieur, la disposition des grandes lignes du relief (à l'exception des appareils volcaniques tertiaires) par rapport à la configuration des côtes (en particulier de la côte Est, qui coïncidait déjà en grande partie avec le littoral actuel, à peu de kilomètres près, comme en témoignent les sédiments marins de cette époque), devaient imposer à Madagascar une diversité de climats comparable à celle qu'elle offre actuellement.

(2) ERHART, H. — Traité de Pédologie, T. I et II, Strabourg, 1935 et 1937.

(3) Les argiles latéritiques qui se présentent actuellement sous des climats à longue saison seche sont ou fossiles, ou alluviales, en provenance de territoires plus ou moins éloignés

(4) Nous avons observé partout les mêmes relations générales entre sol et climat en Afrique tropicale (hémisphère Sud) d'Est en Ouest.

II. — L'ASPECT « NATUREL » DE MADAGASCAR.

Ce « continent en miniature » offrait ainsi une extraordinaire diversité de « milieux biologiques », à chacun desquels correspondait un « microcosme » admirablement équilibré et d'une extrême richesse en espèces, tant végétales (1) qu'animales (2), dont un grand nombre présentent tous les caractères de « reliques », de « fossiles vivants » dont les ancêtres remontent à des périodes plus ou moins reculées de l'ère tertiaire, voire du crétacé supérieur pour certains phylums, et dont les lignées se sont perpétuées jusqu'à l'époque actuelle, grâce à des circonstances favorables : isolement insulaire faiblement affecté par des connexions temporaires (3), faibles vicissitudes climatiques.

La continuité du couvert végétal, essentiellement ligneux, élevé et dense ou bas et relativement clair, selon les secteurs, n'était guère interrompue que par les cours d'eau, les lacs et les étangs, les escarpements abrupts ou les épanchements récents de produits volcaniques Aux altitudes inférieures et moyennes de l'Est et du Sambirano, c'était le somptueux manteau de la haute futaie, toujours verte (forêt ombrophile d'aspect subéquatorial). Dans les parties du centre les plus exposées au brouillard et aux pluies fines de la saison fraîche, c'était encore une forêt toujours verte, moins élevée, mais plus compacte, plus chargée d'épiphytes et de lianes et, progressivement simplifiée dans sa composition avec l'altitude croissante, jusque vers 2.000-2.400 m.; aux plus hautes altitudes ou sur les reliefs rocheux, c'étaient des formations buissonnantes « éricoïdes » (4) à aspect de maquis, faisant place à des formations disjointes de plantes basses sur les parties les plus escarpées de ces reliefs. Le revers occidental des montagnes et des hauts plateaux du Centre, soumis à un climat de transition vers celui de l'Ouest (plus lumineux, bien moins humide que le climat des autres parties du domaine, mais beaucoup moins chaud que celui de l'Ouest), était occupé par une

(1) La flore phanérogamique de Madagascar compte de 7.000 à 8.000 espèces connues, parmi lesquelles une grande majorité d'espèces ligneuses (arbres, arbustes ou lianes). Le pourcentage d'endémisme dans la végétation autochtone est d'environ 75 à 95 selon les familles, et s'élève jusqu'à 100 % pour quelques-unes d'entre elles.

(2) Principalement en ce qui concerne les invertébrés Les vertébrés supérieurs sont en très grande majorité des Lémuriens (très nombreuses espèces appartenant à diverses familles), animaux essentiellement sylvestres et totalement incapables de vivre dans la prairie ou la savane (preuve supplémentaire de l'origine récente et artificielle de ces formations à Madagascar), auxquels s'ajoutent quelques types archaïques de carnivores, d'insectivores, de rongeurs, etc. Nombre d'espèces disparues depuis l'extension humaine (Aepyornis, divers Lémuriens, etc.)

(3) Dont la dernière remonte vraisemblablement au Miocène, ce qui a interdit l'intrusion de la grande faune africaine

(4) *Erica*, Bruyère · arbustes à aspects de grandes Bruyères, et aussi de Myrte, etc...

forêt basse de petits arbres tortueux et d'arbustes à feuillage coriace, à l'aspect de Chêne-vert, d'Olivier ou de Lentisque (forêt sclérophylle). L'Ouest était le domaine le plus diversifié à cet égard, forêts à feuillage partiellement ou totalement caduc, de hauteur, de composition et d'aspects en rapport direct avec sa diversité physiographique, géologique et pédologique, depuis la haute futaie tropophile de certaines plaines basses jusqu'à des formations buissonnantes sur des pentes et des rocailles arides, avec transition insensible vers le « bush » xérophile du domaine du Sud; en outre, dans l'Ouest, des « galeries forestières » de haute futaie, où prédominaient les essences à feuillage persistant, bordaient les cours d'eau.

Nulle part, dans cet ensemble, il n'y avait place pour de vastes étendues de savanes ou de prairies; seules, certaines dépressions marécageuses ou mal drainées pouvaient offrir de tels types physionomiques (avec prédominance de Cypéracées par rapport aux Graminées, aux abords des marais). Et encore, ce genre de station comportait-il, sauf dans le centre, des peuplements ligneux, telles les formations de *Raphia* (Raphières) dans l'Ouest, et des peuplements plus complexes à *Pandanus* et autres essences hygrophiles, dans les plaines côtières de l'Est.

III — LES PERTURBATIONS AMENEES PAR L'HOMME.

Cet équilibre fut brutalement détruit du jour où l'Homme s'installa dans l'île : les forêts incombustibles directement (Est, Sambirano, partie orientale du Centre) furent abattues par parcelles, suivant la méthode des « tavys » (abatis suivis d'incinération), pour l'établissement des cultures (riz « de montagne », principalement), nécessairement temporaires en raison de la rapidité avec laquelle le sol superficiel s'épuise sous l'effet de cette pratique et se lessive sous l'action des pluies. La végétation secondaire, formée de petits arbres et d'arbustes (essences de lumière), de rejets de souches et de plantes herbacées entremêlées qui, sous les climats humides, remplace d'abord la forêt abattue, et à laquelle les indigènes donnent le nom de savoka, offre une composition et un aspect variés, suivant son âge et les vicissitudes auxquelles elle est exposée. Une parcelle occupée par un savoka ferait retour à la forêt dans des conditions optima si rarement réalisées que ce retour est, pour ainsi dire, théorique: dans la réalité, l'homme s'attaque au savoka quand il n'a plus, à proximité, de surfaces forestières faciles à « taver » : un nouvel abatage et un nouveau brûlis déterminent une évolution régressive de la végétation, qui se manifeste par son appauvrissement et une évolution parallèle du sol aboutissant au décapage de ce qui reste du sol forestier primitif.

Il existe diverses formes d'équilibre secondaire plus ou moins stables (savoka à *Haronga paniculata* dans l'Est, savoka à *Philippia,* sorte de bruyère, dans la partie orientale du Centre, etc.) de savoka, lesquels constituent une couverture végétale dont l'utilité n'est pas négligeable. Mais leur valeur économique ne saurait se comparer à celle de la forêt; elle est d'ailleurs très inégale, car elle est fonction de leur ancienneté et de l'état corrélatif des sols qu'ils recouvrent.

De vastes surfaces de territoires sont occupées par des savoka qui se maintiennent ainsi à la condition que de nouveaux défrichements par le fer et par le feu ne viennent à nouveau rompre cet état d'équilibre secondaire et favoriser à leurs dépens l'intrusion des Graminées vivaces qui, peu à peu, amorcent l'installation de la prairie secondaire. A partir du moment où celle-ci prend possession du terrain, le régime des feux périodiques s'instaure, même sous le climat habituellement pluvieux de l'Est. C'est ainsi que, dans une grande partie de ce domaine, surtout sur les premières pentes des montagnes, les savoka qui s'étaient substitués à la forêt ombrophile sont à leur tour remplacés par la nappe graminéenne, dont les vieux chaumes, à la faveur d'une suite de journées claires, surtout en août et en septembre, se dessèchent suffisamment pour transmettre au loin l'incendie, attaquer la lisière extérieure du savoka et en provoquer le recul.

Dans le Centre, sauf dans les parties orientales, plus humides, du domaine, où se rencontrent de vastes étendues de savoka à *Philippia,* le stade savoka est très réduit dans l'espace et dans le temps : souvent, une bande de végétation, large de quelques mètres, où domine la cosmopolite Fougère-aigle, le représente, et la prairie secondaire vient au contact immédiat de la forêt, dont la lisière est grignotée à chaque incendie.

Sur les pentes occidentales du domaine du Centre, la forêt basse sclérophylle, facilement inflammable en raison de sa composition et des conditions climatiques, a brûlé par vastes étendues et sa destruction est telle qu'il est très difficile d'en retrouver des blocs de quelques hectares conservés grâce à des pare-feu naturels; par contre, de nombreux vestiges sous forme de rejets de souches de certaines essences caractéristiques de cette formation très particulière, permettent d'en reconstituer l'ancienne extension: elle a couvert plusieurs millions d'hectares, entre les courbes de niveau de 800 et 2.000 m., sur le versant occidental de l'île, et c'est elle qui occupait la plus grande partie des bassins de réception des fleuves de ce versant et de leurs principaux affluents. Or, l'ensemble de ces témoins, encore à peu près intacts, conservés grâce à des pare-feu naturels (escarpements, ravins, cours d'eau), ne représente plus maintenant que quelques milliers d'hectares!

Actuellement, la presque totalité du domaine du Centre est occupée par une maigre prairie secondaire d'aspect steppique, incendiée chaque année, dans laquelle il est difficile de retrouver les vestiges de la végétation native.

Dans l'Ouest, les divers types de forêts ont été attaqués à la fois par « tavy » et par incendies directs, à partir du moment où des nappes secondaires de Graminées se sont établies sur l'emplacement des portions détruites. Sous le climat de l'Ouest et sur les sols riches (plaines alluviales, affleurements marneux, etc.), les Graminées sont hautes et denses (2 à 3 m.) et les incendies poussés par le vent peuvent pénétrer assez profondément à l'intérieur des lisières forestières; sur les sols pauvres, compacts, rocailleux ou sablonneux, la nappe graminéenne est moins puissante; les incendies sont, par suite, moins violents, et diverses espèces d'arbres et d'arbustes plus ou moins résistants au feu la parsèment; la végétation secondaire revêt alors des aspects variés de savane, dont la composition et l'évolution sont conditionnées à la fois par la nature du sol, de la végétation native environnante, et par la fréquence des incendies.

Dans le Sud, la sécheresse habituelle d'une part, la nature rocailleuse ou sablonneuse du sol d'autre part, font obstacle, sauf dans les rares places où la nappe phréatique est proche de la surface (lesquelles sont d'ailleurs mises en culture), à la continuité d'une nappe graminéenne assez continue et puissante pour transmettre les incendies. Aussi, le bush s'est-il conservé sur de vastes étendues; mais, depuis peu, les antandroy et même les mahafaly ont importé chez eux la méthode des « tavys » et ils le détruisent rapidement; nous reviendrons un peu plus loin sur ce point.

Il est difficile de chiffrer le nombre de siècles qu'il a fallu pour faire de Madagascar, l'île verte par excellence, — depuis le vert toujours sombre ou bleuâtre des forêts denses de l'Est, du Sambirano, du Centre (dont le souvenir est conservé dans tant de noms de montagnes, de collines, de terroirs ou de villages) au vert tendre des frondaisons, au début de la saison des pluies dans l'Ouest, et au vert glauque ou cendré du bush à Euphorbes du Sud-Ouest, — ce que nos littérateurs modernes ont appelé l'île rouge: rouge, en effet, depuis que la disparition de sa végétation primitive laisse apparaître sur d'immenses surfaces la teinte vive des sols mis à nu.

Sans entrer dans des considérations qui nous mèneraient trop loin, disons qu'il s'agit d'une période très brève à l'échelle des temps géologiques L'attaque initiale du couvert végétal, menée évidemment avec des moyens primitifs par de petits groupes d'hommes, et ne portant que sur de faibles parcelles, au voisinage immédiat des côtes

orientale et occidentale, a été lente et progressive sous les climats du versant oriental et du Sambirano, ainsi que dans l'extrême Sud où elle a d'ailleurs vraisemblablement commencé tard et à partir de territoires situés plus au Nord; elle a été plus rapide, parce que plus facile, dans l'Ouest et, à partir du moment où elle a atteint le Centre, elle a progressé avec une vitesse telle que quelques siècles ont dû suffire pour consommer la destruction à peu près totale de certains types de végétation, comme la forêt sclérophylle des pentes occidentales du massif central et la végétation buissonnante éricoïde des crêtes et l'étage de forêt basse (sylve à Lichens) qui s'intercalait entre cette dernière et la forêt ombrophile sous-jacente.

Ce ne sont pas là des hypothèses ou des vues de l'esprit, mais comme il a été dit au début, le résultat d'observations échelonnées sur plus de cinquante ans par des botanistes qui ont pu suivre, en d'innombrables lieux, l'évolution de la végétation aux prises avec les facteurs de déséquilibre énoncés plus haut, observations corroborées par d'autres naturalistes qualifiés, en particulier des pédologues. Et s'il est assez difficile de calculer la durée du temps écoulé depuis le début des perturbations apportées par l'Homme, en raison des incertitudes relatives à l'ethnologie ancienne de Madagascar, il est, par contre, aisé de constater **l'accélération catastrophique des processus de dégradation sans remonter plus haut que deux générations humaines.** Le recul des lisières forestières amenant le morcellement, puis la disparition totale et irrémédiable des blocs encore intacts de toute étendue se poursuit inexorablement, sous nos yeux, à une cadence qui prend l'allure d'une **progression géométrique**, parce que les périmètres d'attaque s'indentent (d'autant plus que le relief est plus tourmenté) et, par conséquent, s'allongent à mesure que les surfaces diminuent, ce qui, mathématiquement, les fait tendre vers zéro.

Les causes primordiales de cette accélération sont :

1° **La pratique des tavys en forêt** qui se perpétue malgré les interdictions. L'indigène ne se résout à l'abandonner que lorsqu'il n'a plus à sa portée une seule parcelle suffisamment accessible pour l'appliquer, comme l'ont abandonnée les populations du Centre en se résolvant, par nécessité, à installer des rizières irriguées et étagées après avoir épuisé les dernières terres forestières de leurs provinces.

2° **Les défrichements inconsidérés** effectués trop souvent sans aucun souci de l'avenir, même proche, soit par l'exploitation à blanc, soit en vue d'établir des cultures nécessairement éphémères, lorsqu'il s'agit de dérober les ressources d'un sol forestier vierge voué bientôt à l'épuisement et à l'érosion. Maints exemples de ces pratiques néfastes pourraient être cités; mentionnons-en seulement quelques-uns.

Les exploitations à blanc ruinant totalement la forêt par le brusque déséquilibre qu'elles apportent au milieu très spécial, indispen-

sable à la germination des essences de la forêt ombrophile, ont été enfin enrayées après une période où elles furent couramment pratiquées (1895 à 1925 approximativement) par des concessionnaires sans scrupule (sociétés ou particuliers) avides d'opérer une fructueuse « réalisation de capital ». Rappelons seulement, à ce sujet, qu'un ancien décret forestier permettait alors de déboiser, même sur des pentes rapides, à la condition de replanter des essences forestières : ce fut l'époque de la « culture des Eucalyptus par la méthode des tavys », qui permettait, au bout de peu d'années, une seconde réalisation du capital. De la même façon, furent accordées des concessions pour la culture des Acacias à tannin. C'est ainsi que la magnifique forêt de la Mandraka fut détruite en 1924, sur les pentes du ressaut supérieur, que traverse difficilement la ligne du chemin de fer de Tananarive Côte Est, entre 1.000 et 1.500 m. d'altitude; alors qu'à cette date, dégradée par une exploitation trop sévère, mais non encore ruinée, elle pouvait être sauvée par une mise en défens surveillée. Quatre ans après, comme nous l'avions prévu, le ravinement de ces pentes rapides devenait déjà menaçant pour la voie ferrée, de profonds « lavaka » (ravins d'érosion abrupts dans les argiles latéritiques, très épaisses dans ce secteur) se creusaient au flanc des montagnes

La forêt d'Analamazoatra, vers le haut du ressaut inférieur, entre 800 et 1.000 m alt., était traversée par le même chemin de fer en 1912. L'exploitation à blanc, soit par des sociétés, soit pour les besoins du chemin de fer (locomotives à bois, alors que l'énergie hydro-électrique est à portée de la main), l'a fait reculer à 10 ou 15 km.; des Eucalyptus ont été ensuite plantés sur les surfaces abandonnées; il était plus indiqué de les planter d'emblée sur les vastes étendues de savoka ou de prairie déjà déforestées antérieurement; c'est plus tard seulement qu'ont été enfin étendus les boisements d'Eucalyptus dans la plaine dénudée de Moramanga, entre les deux ressauts montagneux.

En 1933-34, la vaste forêt tropophile de haute futaie (dite de Marofandelia dans sa partie Sud) qui s'étendait entre les cours inférieurs de la Tsiribihina et de la Morondava, était intacte sur les 80 km. de la route Morondava-Belo-sur-Tsiribihina. C'était la plus belle forêt de ce type dans tout l'Ouest de Madagascar, fort riche en bois précieux : ébènes (*Diospyros* sp.), palissandres (*Dalbergia* sp.), « Hazomalanga » (*Hernandia Koyroni* JUM. et PERR.); elle recélait en outre une espèce de Baobab propre à une aire très limitée autour de Morondava, *Adansonia Grandidieri* BAILL., le géant de ce genre (« Reiniala » des Sakalaves, c'est-à-dire « la mère de la forêt »), dont les graines contiennent un beurre végétal de haute valeur commerciale; elle couvrait alors environ 80.000 ha. Pendant la dernière guerre, 40.000 ha. en furent sacrifiés pour « faire » du maïs, lequel, faute de moyens de transport, fut perdu... Or, il existe, dans les vas-

tes plaines de l'Ouest, des centaines de milliers d'hectares de terres à vocation agricole antérieurement déforestées par les indigènes et susceptibles d'être mises en culture.

Notons, en passant, que les forêts tropophiles de l'Ouest, plus ou moins défeuillées en saison sèche et, de ce fait, moins imposantes — vues de loin — que la forêt ombrophile, toujours verte et sombre, avaient été qualifiées naguère, même dans des textes officiels, du nom de « **haute brousse** » (!), ce qui permettait de ne pas les considérer comme forêt et de les détruire sans sanction. Il en est malheureusement encore ainsi du « bush » du Sud.

Dans le même secteur, de nombreux concessionnaires de terrains destinés à la culture du tabac et des plantes vivrières sur les plaines alluviales des fleuves, ont détruit les grands arbres formant la « **galerie forestière** », protectrice des berges. Celles-ci, exposées désormais à l'action directe des courants irréguliers et des remous violents lors des crues de la saison des pluies, s'effondrent par pans entiers et sont à jamais perdues. **Des milliers d'hectares des plus belles terres à vocation agricole ont ainsi disparu en quelques décades** dans les seules vallées des fleuves de l'Ouest jusqu'à l'Onilahy inclusivement.

Récemment, en 1946-47, nous avons parcouru pour la 3e ou la 4e fois, depuis 1924, divers secteurs du Sud-Ouest et de l'Extrême-Sud. Nous avons été effaré des progrès de **la destruction de la forêt xérophile et du « bush »** sur ces territoires. Nous avons signalé, dans notre rapport de mission, la généralisation rapide de la méthode des tavys que les mahafaly et les antandroy ne pratiquaient pas ou qu'ils pratiquaient à peine; maintenant, ils abattent même le « bush » à Euphorbes, laissant sécher l'abatis assez longtemps pour qu'il devienne combustible, et l'incendient pour établir une culture, même sur les sols les plus pauvres, culture nécessairement éphémère sur de tels sols. C'est ainsi que, le long de la route de Betioky à Ampanihy, de nombreux hectares d'une forêt basse xérophile sur grès ferrugineux avaient été détruits pour semer du maïs, lequel, les pluies ayant tardé, avait séché sur pied étant encore en fleurs : récolte nulle, sur un sol de quelques centimètres d'épaisseur seulement, appelé à être lavé par quelques pluies violentes, laissant désormais apparaître le roc stérile.

Ce pays semi-aride se transforme rapidement en un véritable désert.

La forêt sèche de la Sakoa, autour des charbonnages, est de même en voie de destruction par la pratique des tavys destinés à procurer des ressources alimentaires temporaires aux travailleurs des mines. Là aussi, il s'agit d'un pays très sec, où l'eau des maigres rivières s'infiltre de plus en plus dans les sables et les fissures de leurs lits rocailleux, à mesure que se réduit la surface protectrice de la forêt native.

La vallée de l'Onilahy, peu éloignée, est cependant tout indiquée, avec les parties inférieures des vallées affluentes, pour l'extension de la mise en culture des terres à vocation agricole de leurs plaines alluviales, moyennant un plan de travaux appropriés d'hydraulique agricole.

3°) **L'habitude ancestrale des Malgaches d'incendier la prairie secondaire** sous tous les prétextes... et aussi sans aucun prétexte.

La question des incendies de prairies est un sujet de perpétuelles controverses entre partisans et adversaires du régime des feux. Les deux arguments principaux mis en avant par les premiers sont : a) La mise à feu annuelle est nécessaire pour provoquer le départ anticipé des jeunes feuilles quand les Graminées se dessèchent vers la fin de la saison de végétation active; b) elle l'est aussi pour débarrasser les pâturages des tiques et autres insectes nuisibles. Ajoutons qu'elle est même recommandée parfois pour la destruction des sauterelles.

A ces arguments, il convient d'opposer la contre-partie de ces avantages « à court terme ».

a) Si l'on considère l'évolution d'une prairie à partir de son installation sur une surface antérieurement occupée par la forêt ou par le savoka, il est facile de constater que le retour périodique des incendies a pour effet de provoquer une **évolution régressive** des peuplements graminéens, par élimination des espèces tendres et bonnes fourragères et des autres plantes croissant au début parmi elles, au profit d'espèces plus xérophiles, dures et mauvaises fourragères. Cette évolution traduit — comme toujours — très exactement celle de la « station ».

La prairie du Centre est parvenue — sauf aux abords immédiats des derniers vestiges de forêts — au stade ultime où elle revêt l'aspect d'une steppe monotone (1) formée d'un très petit nombre d'espèces de Graminées coriaces (*Aristida multicaulis* BAK., principalement), occupant, par touffes non contiguës à leur base, la surface de l'argile latéritique qu'elles protègent insuffisamment — surtout après l'incendie des chaumes — contre le tassement par les lourdes pluies d'orage, contre le ruissellement, et surtout contre une évaporation intense qui provoque l'ascension des substances solubles et le durcissement superficiel. Ce durcissement est beaucoup plus rapide qu'on ne serait tenté de le croire; une cinquantaine d'années suffisent pour donner à l'argile latéritique la consistance d'une brique mal cuite, comme nous l'avons observé en divers lieux sur des parcelles de prairie dont l'âge était connu, à proximité d'îlots forestiers en régression. Aussi, certaines

(1) Pseudo-steppe, non point naturelle ou primitive comme on l'a cru naguère par méconnaissance absolue des conditions auxquelles répondent les steppes climatiques, et par ignorance totale de leurs caractéristiques biologiques

« carapaces latéritiques » sont-elles, à Madagascar (par exemple sur les Tampoketsa d'Ankazobe), beaucoup plus récentes que ne le laisserait croire l'examen d'un échantillon isolé de cette carapace en croûte durcie (« ortstein »), comme le prouve l'étude comparée des deux profils de sol sous la prairie et sous la forêt voisine (forêt d'Ambohitantely et autres vestiges de la forêt qui couvrait les Tampoketsa avant l'intervention humaine).

L'évolution régressive des pâturages n'est pas propre aux sols latéritiques, ni au climat du Centre. Nous citerons le cas de la prairie secondaire sur les calcaires marneux de l'Analafanja (canton de Mikoboka, à une centaine de km. au N-E de Tuléar), que nous avons parcourue en 1934 et en 1947. L'appauvrissement de cette prairie, constituée aux dépens de la forêt de ce nom, est extrêmement rapide: l'érosion des pentes, déjà écorchées sur de larges surfaces, et la surcharge en bétail, ont provoqué dans ce secteur une véritable ruée sur le périmètre, de plus en plus morcelé, des vestiges de cette forêt dont le rôle protecteur était particulièrement important.

b) Quant à l'argument relatif aux **tiques**, nous nous contenterons — en nous excusant de cette boutade — de le comparer à celui qui consisterait à soutenir que, pour débarrasser une maison des puces ou des punaises, il suffirait d'y mettre le feu. Notons d'ailleurs que l'usage des bains détiqueurs est dès maintenant entré dans la voie des réalisations, avec l'assentiment des propriétaires indigènes de bovins (comme nous l'avons récemment constaté dans la province de Fianarantsoa). Il sera donc aisé de le généraliser.

En ce qui concerne les **sauterelles**, il ne faut pas oublier que la multiplication des surfaces dénudées favorise celle des lieux de ponte.

Nos propres observations dans le Sud-Ouest notamment (et aussi dans l'Est africain : Rhodésie du Sud et Mozambique), où ce fléau devient de plus en plus alarmant, nous ont conduit à rechercher à ce sujet l'avis des spécialistes les plus qualifiés (1), et cet avis est formel à cet égard

Les exposés précédents expliquent les causes et permettent de mesurer les conséquences des déséquilibres que l'action de l'homme — des indigènes, depuis quelques dizaines de siècles au plus, des blancs, depuis quelques dizaines d'années seulement — a déclenchés et constamment aggravés dans toutes les parties de la grande île. Les résultats d'une **économie prédatrice** (« raubwirtschaft ») pratiquée aussi aveuglément par les uns que par les autres sont faciles à énoncer :

(1) Notamment M. Zolotarewsky.

REGRESSION DE PLUS EN PLUS ACCELEREE DES SUPERFICIES FORESTIERES

La superficie perdue de façon pratiquement irrémédiable par l'ensemble des forêts primaires de types variés depuis une cinquantaine d'années se chiffre par **millions d'hectares,** probablement 2 millions de haute futaie, d'après les estimations et les recoupements répétés du service forestier, diverses autres sources de renseignements, et nos propres observations conjuguées avec celles de M. H. PERRIER DE LA BATHIE, plus une surface difficile à estimer, mais considérable, des forêts sèches et du « bush » xérophile du Sud. **Ce « bush »,** nous ne saurions trop insister là-dessus, **offre tous les caractères d'une végétation sylvestre, jouant un rôle capital dans la protection des sols et l'alimentation des nappes phréatiques dans les territoires semi-arides du Sud, où la question hydrologique est primordale.** Sa destruction équivaut à la **désertification presque immédiate** de ces territoires où les facteurs climatiques et édaphiques sont défavorables à l'installation d'une prairie secondaire sur toute l'étendue du substratum rocheux ou sablonneux. Seules, dans cette partie de l'île, quelques vallées, certaines cuvettes et un certain nombre de périmètres d'excellentes terres à vocation agricole sont susceptibles d'aménagements moyennant un programme — dejà mis en œuvre — de prospection pédologique et hydrologique, et un plan approprié de travaux d'hydraulique agricole Partout ailleurs, **ce bush doit être soumis au régime des forêts de protection et, par conséquent, placé sous le contrôle du service forestier.**

Le taux de boisement, à Madagascar, est tombé depuis longtemps bien au-dessous de la limite inférieure dangereuse pour l'économie générale du pays, même sur le versant oriental où les facteurs climatiques et physiographiques freinent la régression de la grande forêt. Il est maintenant, dans son ensemble, équivalent à celui de la Grèce! **C'est immédiatement qu'il faut enrayer à tout prix la frénésie de destruction.** Des centaines de milliers d'hectares de terres, actuellement occupées par des savoka ou des savanes (arborées ou non) d'origine récente, et n'ayant pas encore atteint le stade de détérioration où la ruine du sol est irrémédiable, sont susceptibles de pourvoir aux développements indispensables pour l'agriculture et l'élevage, à la condition que des méthodes autres que l'usage exclusif de la hache et de l'allumette leur soient appliquées.

Dans les immenses espaces dénudés depuis plus longtemps, il faudra envisager un plan approprié de restauration des terres, destinées à pourvoir aux besoins des générations futures, moyennant un choix judicieux des périmètres à vocation agricole ou pastorale, basé sur de sérieuses enquêtes pédologiques et hydrologiques, plan destiné à mettre progressivement en œuvre, au fur et à mesure des besoins, un programme général de reboisement des bassins de réception, de

correction des cours d'eau torrentiels, de travaux d'hydraulique agricole, etc. Tâche longue et ardue, sans doute, à l'échelle des dévastations qui s'étalent sous nos yeux et dont le paragraphe suivant permet d'entrevoir le bilan.

EROSION. — DETERIORATION DES SOLS. — PERTURBATION DU REGIME HYDROLOGIQUE.

Une estimation de l'ordre de grandeur **actuel** des destructions opérées dans la couverture végétale primitive de l'île suffit à mettre en évidence l'ampleur avec laquelle peuvent s'exercer les phénomènes d'**érosion** :

Superficie totale de l'île .... Environ 58 millions d'ha.

Végétation primaire (autochtone) intacte (Forêts de tous types, y compris le « bush du Sud) .... Environ 5 millions d'ha.

La grande forêt du Domaine de l'Est (qui s'étendait primitivement sur environ 12 millions d'hectares) forme à peu près la moitie de ce total de 5 millions; le bush du Sud couvre peut-être encore 1,5 million d'hectares, le reste, soit 1 million d'hectares, correspond approximativement à l'ensemble des forêts des Domaines de l'Ouest, du Sambirano et du Centre.

Végétation secondaire.

a) Savoka .... Environ 6 millions d'ha.

b) Prairie et savane .... Environ 47 millions d'ha.

En attribuant aux savoka — ce qui est exagéré — une valeur protectrice comparable à celle de la forêt primaire, il ressort de ce tableau que les 8/10e de la superficie totale de Madagascar sont soumis aux effets d'une érosion infiniment plus active que celle qui s'exerçait normalement sous le couvert protecteur de la végétation sylvestre native.

Le degré de protection qui peut être attribué à la savane ou à la prairie est variable, en fonction de la densité de cette végétation secondaire, de la nature du sol, du sous-sol, du profil du relief, mais — à l'exception du cas de certaines formations relativement denses sur des surfaces planes ou peu inclinées — très inférieur à celui qu'offrait le couvert naturel.

La preuve évidente de ce fait est fournie par l'allure très différente des profils d'érosion sous forêt (de quelque type que ce soit) ou hors forêt. Leur comparaison est particulièrement frappante

sur les innombrables mamelons et reliefs du Centre, ainsi que sur les pentes des collines de l'Ouest. Partout se présentent les aspects typiques d'un **nouveau cycle d'érosion** récent et brutal, qui amorce et creuse, souvent à partir d'une simple piste de bœufs, les « lavaka » ou ravins abrupts des argiles latéritiques, lesquels remontent parfois par effondrement de leurs pans jusqu'aux lignes de faîte qu'ils arrivent à entamer en encoche si deux lavaka se rejoignent en haut de deux versants opposés; qui provoque un ravinement intense des pentes sur les roches sédimentaires tendres (grès, certains calcaires, marnes) de l'Ouest, etc. Rien n'est plus démonstratif à cet égard que le survol de ces territoires dénudés dont de vastes étendues évoquent déjà l'aspect « lunaire » de contrées désertiques, où cependant des lambeaux de forêts, dont le contour correspond à des obstacles naturels et au sens dans lequel le vent a poussé les flammes des incendies de prairie, prouvent encore le caractère factice et récent de cet aspect.

Il convient ici de signaler **un nouveau danger** qui n'est pas encore grave mais peut le devenir: l'encouragement officiel apporté à l'**élevage de la chèvre mohair** dans le Sud-Ouest. Il y a dix ans, le troupeau comptait 1.000 têtes dans les territoires administratifs d'Ampanihy et d'Androka. Il était de 23.000 l'an dernier, ces chiffres s'entendant des chèvres tondables seulement. Nous avons déjà vu çà et là, en 1947, des étendues de l'ordre de quelques hectares réduites à l'état de désert intégral dans ce secteur, sous l'action de ces animaux, dont la puissance de destruction dans les pays semi-arides est universellement reconnue.

Il est superflu d'entrer dans des détails sur les effets bien connus d'une pareille activité érosive. Mentionnons seulement quelques faits relatifs à Madagascar.

Ablation du sol.

Chiffrer les millions de mètres cubes des éléments meubles et utiles du sol qui, chaque année, descendent à la mer n'est pas à notre portée (des estimations ont été faites pour l'Afrique du Sud par les services officiels). Nous rappellerons seulement qu'à la saison des pluies, l'eau du Canal de Mozambique est rougie par les particules arrachées au versant occidental, jusqu'à plusieurs milles du rivage. Sur la côte Est, ce transport est moins apparent en raison de la configuration de la plaine littorale.

Crues, Inondations.

La vallée du Faraony (pentes orientales) a été dévastée il y a une dizaine d'années par l'afflux subit d'une masse d'eau qui a atteint 20 m. et plus de hauteur dans les étranglements de la vallée

et a ruiné ses riches plantatations (caféiers, etc.) en quelques heures, à la suite de grandes pluies sur le bassin de réception en bonne partie déforesté. Le bas Sambirano, l'un des plus beaux territoires agricoles de l'île, a subi des inondations et, fait plus grave, des divagations du lit du fleuve, ainsi que des apports de matériaux grossiers arrachés aux pentes des hautes montagnes proches, pour les mêmes raisons. De tels cxemples pourraient être multipliés; de pareilles menaces pèsent à peu près partout.

Aggravation du régime torrentiel.

La « torrentialité » s'accroît partout de façon alarmante. Nous avons déjà signalé ses effets sur l'enlèvement par pans entiers des plus belles terres à vocation agricole dans les basses vallées des fleuves de l'Ouest. De grands cours d'eau se mettent à divaguer dans leur bassin inférieur, créant de très grandes difficultés pour l'établissement de voies de communication, des ponts, dont certains se trouvent après quelques années en dehors du lit actif de la rivière, ou sont emportées par les crues (basse Mahavavy, basse Fanjahira, etc.). Rappelons à ce sujet la capture du fleuve Mahajamba par le Kamoro, affluent de la Betsiboka, survenue il y a une trentaine d'années, à la base des pentes occidentales totalement dénudées

La ville de Tuléar est doublement menacée par l'alluvionnement de son port et par la progression des dunes dus aux apports du Fiherenana (et sans doute aussi de l'Onilaly) (1).

Rappelons aussi que la grande route reliant Tuléar au reste de l'île a dû être abandonnée sur 50 kilomètres quelques années après sa difficile construction dans la vallée du Fiherenana et reportée sur le plateau calcaire stérile en raison des crues subites de ce fleuve Ces crues proviennent surtout des apports de son affluent, la Manandana, dont le bassin de réception (canton de Mikoboka), situé à peu de distance et à une altitude élevée (1.000 m. et plus) a été presque totalement déforesté à l'époque actuelle (voir plus haut).

PERTURBATION DU REGIME CLIMATIQUE

Moins « spectaculaire », cette perturbation n'en est pas moins redoutable, car elle a une large part dans la marche vers la « désertification », tout au moins dans le Sud-Ouest, où l'échauffement intense du sol dénudé provoque l'ascension de masses d'air surchauffé qui résorbent littéralement les nuages venus des secteurs

(1) D'apres l'abondance du mica dans le sable des dunes, mica paraissant provenir du bassin supérieur de ce fleuve L'étude des courants marins répondrait à cette question.

Nord à la période des pluies orageuses de la saison chaude. Ce phénomène est très visible au-dessus des territoires situés « sous le vent » des reliefs de l'Analafanja et de l'Analavelona, où la destruction de la forêt tropophile ou xérophile entrave le « relais » des nuages poussés vers le Sud et le Sud-Ouest et il n'est sans doute pas étranger à l'aggravation de la sécheresse dans ce secteur.

En outre, l'air surchauffé poussé de la prairie vers les blocs forestiers encore intacts de l'Ouest y provoquent visiblement une modification de l'ambiance qui retentit sur la biologie de la forêt tropophile, comme le prouvent des perturbations dans sa « phénologie » (floraisons, feuillaisons, etc.), indice inquiétant pour son avenir.

Inversement, les lisières des blocs disjoints de la forêt ombrophile vers le bord oriental du domaine du Centre sont sujets aux effets des gelées, visibles sur les jeunes pousses, dues à l'intensité du rayonnement sur les surfaces découvertes.

IV. — RESUME ET CONCLUSIONS.

Les phénomènes de dégradation des sols sont dûs à Madagascar à la destruction généralisée du couvert végétal primitif par le fer et par le feu; à peine 1/10[e] de ce couvert de caractère forestier (depuis la haute futaie dense de la forêt orientale jusqu'au bush buissonnant du Sud) a échappé jusqu'ici à cette destruction, qui s'amplifie d'année en année suivant une progression géométrique du fait de la pratique des tavys et du régime des feux. Les 8/10[es] de la surface totale de l'île sont maintenant occupés par la savane ou la prairie, qui ne les protègent pas contre les effets d'une érosion intense dont les conséquences font peser la plus grave menace sur l'avenir économique et social de l'île (le dernier dixième est occupé par les Savoka).

La mise en œuvre d'un ensemble de mesures coordonnées s'impose de toute urgence pour enrayer les progrès de l'érosion sous toutes ses formes et de la ruine des sols. Elle requiert la collaboration des techniciens les plus qualifiés, au sein d'un organisme spécialement créé à cet effet.

A cet égard, **le problème forestier** est à mettre au premier plan. Le rôle dévolu au service des Eaux et Forêts dépasse ici de très loin celui de la simple gestion d'un capital dont la valeur intrinsèque ne doit pas se mesurer à celle des produits qu'il est susceptible de fournir. Ses objectifs principaux doivent être beaucoup plus la conservation ou la restauration des sols et la sauvegarde du régime des eaux que la production. Nous avons insisté sur la nécessité de donner au terme forêt le sens le plus large : le bush du Sud offre bio-

logiquement et physiquement tous les caractères d'une forêt de protection et doit être soumis au contrôle forestier, comme la végétation buissonnante autochtone des hautes altitudes.

Une des premières mesures à laquelle est lié le « démarrage » du programme de réalisations est la **constitution et la délimitation du domaine forestier de l'Etat.** Les périmètres devront englober tous les massifs forestiers de quelque importance et les plus grandes quantités possibles de blocs ou de lambeaux de la forêt primaire susceptibles d'être remembrés, soit par la mise en défens surveillée et l'évolution, au besoin dirigée, de la végétation secondaire (savoka principalement) occupant les espaces intermédiaires, soit par reboisement artificiel de ces espaces (1). Ils devront également comprendre celles des surfaces dénudées, même dépourvues de lambeaux de la végétation native, dont le reboisement ou l'embroussaillement est nécessaire à la protection des bassins de réception

L'établissement d'une carte de végétation au 1/1.000.000° et l'avancement de la carte forestière au 1/1.000.000° déjà entrepris pour le Sud s'imposent également.

Le service des **Réserves naturelles intégrales** (avec attribution éventuelle des **Parcs Nationaux,** formule qui conviendrait notamment à la forêt d'Ambre, située à proximité de la ville de Diégo-Suarez et d'accès très facile) devra être solidement agencé et pourvu, lui aussi, de moyens en rapport avec l'importance de son rôle. La formule « Réserve naturelle intégrale » est due à une initiative française et elle a été consacrée sur le plan international par le Congrès de Londres en 1933. C'est à Madagascar, où ont été constituées, en 1923, dix réserves naturelles intégrales et, en 1929, une onzième, totalisant à peu près 400.000 Ha., qu'elle a vu le jour; elle a, depuis, été appliquée par divers états. Elle a pour objectif essentiel la sauvegarde de la « nature vierge », mise à l'abri de toute intervention humaine et ne doit pas être confondue avec celle des Parcs Nationaux (qui peuvent d'ailleurs englober des périmètres de R. N. I.). La surveillance des « sites et monuments naturels de caractère scientifique » doit également être attribuée au service des R. N. I. Un assez grand nombre de tels sites ont été classés.

(1) Parmi les essences susceptibles d'être employées en *reboisements en vue de la restauration du sol sur les argiles latéritiques du Centre*, aucune ne nous paraît aussi intéressante que *Widdringtonia Whytei* RENDLE, conifère de grande taille à croissance rapide, employé avec un succès remarquable par les forestiers britanniques au Nyassaland, d'où elle est originaire, notamment autour de Zomba, dans des conditions de milieu (sol et climat) semblables à celles de l'Imerina. Nous l'avons importée nous-même en 1937 à Madagascar, à partir de graines qui nous avaient été remises par le chef du service forestier du Nyassaland. Dès 1946, plusieurs arbres, atteignant déjà 4 à 6 mètres, ont commencé à y fructifier. Nous ne saurions trop recommander sa diffusion.

Les Réserves Naturelles Intégrales offrent non seulement un **intérêt scientifique** de tout premier ordre vu la richesse et la spécialisation de la flore et de la faune malgache, mais aussi un intérêt **économique** non moins important et trop souvent méconnu : elles sont la réserve d'une foule d'espèces en voie de disparition, dont certaines sont susceptibles de passer, comme l'Hevea, les caféiers, et tant d'autres espèces sauvages longtemps inutilisées, dans le domaine des applications à l'échelle agricole ou industrielle. En outre plusieurs des grandes réserves naturelles constituent le « château d'eau » régulateur du régime des rivières qui en descendent (Tsaratanana, pour le Sambirano; Andohahelo, pour les rivières de l'extrême Sud-Est, etc.) et dont certaines traversent en aval de riches territoires de culture.

Disons ici que la nouvelle organisation administrative (arrêté du 19 mars 1947) est loin de donner à des services techniques comme ceux dont il vient d'être question, l'autorité et la liberté d'action que devrait leur conférer leur caractère spécial. C'est ainsi que le Service des Eaux et Forêts se trouve écarté des quatre services obligatoirement représentés au chef-lieu de chaque province (!), et que divers articles de cet arrêté impliquent la subordination de tels services techniques aux services administratifs, ce qui va à l'encontre du rôle assigné aux services forestiers coloniaux par le décret du 10 septembre 1942 (art. 1er) et de la nécessité d'établir des programmes d'ensemble (faute de concentration des crédits). De là découle le danger de vues personnelles divergentes au sein même de ce service. Il est non moins fâcheux que les recettes forestières apparaissent au budget général et les dépenses aux budgets provinciaux, ce qui met les services locaux des Eaux et Forêts en difficulté pour le recrutement du personnel et l'exécution des travaux.

La nécessité de constituer enfin le domaine forestier de l'Etat, avant qu'il ne soit totalement résorbé, implique celle de la **détermination corrélative des zones à vocation agricole ou pastorale**, basée sur une collaboration étroite des techniciens des **Eaux et Forêts,** de l'**Agriculture** et de l'**Elevage**, et, dans chacune de ces zones, de secteurs auxquels pourrait être attribué un coefficient de valeur économique actuelle ou potentielle. Ce coefficient servirait en particulier à déterminer l'ordre d'urgence des enquêtes et des reconnaissances à effectuer sur le terrain, lesquelles devront faire une large place aux prospections pédologiques et hydrologiques ainsi qu'aux études à poursuivre dans les stations régionales de recherches, relativement à l'amélioration des cultures et des pâturages

Ici apparaît l'importance du rôle dévolu au service de l'**Hydraulique agricole,** dont les travaux (barrages de retenue, canaux d'irri-

gation ou de drainage, etc.) devront être déterminés en fonction des données fournies par ces enquêtes et prospections.

Parmi les territoires où le développement d'un tel programme — d'ailleurs déjà entrepris — demande un effort immédiatement accru, mentionnons ceux de l'extrême Sud (Androy et Mahafaly) où des aménagements appropriés permettront de distribuer à des terres excellentes, mais localisées, l'eau qui les fécondera, en vue de mettre fin aux famines qui désolent périodiquement ces contrées.

Des **regroupements de population** s'imposent inévitablement. C'est là un point délicat de l'ensemble des problèmes sous revue Il n'est pas insoluble. Il s'agira souvent de favoriser et d'aiguiller des déplacements qui s'amorcent sous la pression de nécessités vitales : n'oublions pas que les groupements ethniques à Madagascar se sont constamment modifiés à mesure que les ressources offertes par une portion de territoire se sont épuisées suivant les processus indiqués dans le paragraphe III. Et nous nous permettrons d'émettre nettement l'avis que les événements récents offrent peut-être la dernière occasion de regrouper les villages disséminés souvent clandestinement dans les forêts de l'Est, dans lesquels les rebelles ont multiplié plus que jamais les tavys (1). Il est encore difficile d'estimer l'étendue de ces nouvelles déprédations, mais il n'est pas douteux que, de ce fait, la forêt orientale a subi un assaut d'une envergure inconnue jusqu'à ce jour.

Il faudra évidemment rechercher sans délai les emplacements appropriés de nouveaux villages, assez loin des lisières intactes pour que la tentation de les attaquer ne soit trop forte, et sur des points où une surveillance efficace puisse être exercée L'abandon de la jachère **sur savoka** ne peut être immédiatement envisagé (2); un choix judicieux des savoka qu'il sera possible d'exclure à cet effet des périmètres du domaine forestier sera donc à faire en même temps que celui des emplacements susceptibles d'être aménagés en rizières irrigables partout où ne règne pas la menace de submersion et d'affouillement par les crues brusques des cours d'eau encaissés descendant des montagnes. Là encore il s'agit d'une tâche ardue, mais l'ampleur du mal exige des remèdes énergiques et puissants.

Quant au problème des feux de brousse ou de prairie, il domine, pour ainsi dire, tous les autres. C'est lui qui est responsable, à Madagascar, de l'extension illimitée des nappes graminéennes dont les

---

(1) Les réserves naturelles de Betampona et Zakamena ont été, de ce fait, gravement endommagées.

(2) Les cultures *arbustives sur Savoka* (caféiers, etc.) ne sont pas dangereuses du point de vue de la conservation des sols, à condition d'être convenablement établies, car elles jouent un rôle équivalent de protection contre les averses violentes et leurs conséquences

chaumes secs transmettent les incendies et font reculer partout les lisières du couvert forestier primitif; et, par voie de conséquence, du déclenchement et de l'extension également illimités des processus d'érosion. Ce sera aussi le plus difficile à résoudre, car il ne comporte pas de solution simple. A lui seul il implique un ensemble de mesures dont aucune ne suffira séparément à conjurer le fléau. L'interdiction générale absolue ne sera jamais respectée unanimement, et les accidents seront toujours possibles (1).

De même que l'autre fléau de Madagascar, le tavy, ne sera conjuré que par la transformation des méthodes de culture, celui des « feux sauvages » ou « feux courants » ne le sera que par la transformation des méthodes d'élevage. Celui-ci, pas plus que l'agriculture, ne doit rester indéfiniment extensif. Le jour où, soit par le parcage et la concentration du bétail sur des pâturages se prêtant à un aménagement, soit par fauchaison, sur les sols unis, à l'époque où les herbages donnent un foin dont la qualité serait améliorée ainsi, la question de feux de prairie ne se poserait plus avec l'acuité actuelle.

En attendant, des palliatifs, tels que le « early burning », des travaux de protection des lisières forestières (pare-feu) devront être appliqués, en donnant la priorité aux portions de territoires où elles s'imposent le plus impérieusement.

Ici encore, la coopération de tous les services intéressés est indispensable, et les moyens d'exécution ne devront pas leur faire défaut

(1) Certains ont considéré le feu comme un facteur biologique naturel au même titre que les facteurs climatiques, en donnant comme argument les cas d'incendie allumés par la foudre. Il peut arriver, en effet, que la foudre allume des chaumes secs si elle les frappe en une place non mouillée par la pluie — ce qui est exceptionnel; mais les formations graminéennes de prairie ou de savane n'existaient pas dans la nature malgache La simple observation des faits et le raisonnement prouvent que de tels accidents n'ont qu'une portée très limitée dans la végétation primaire : la forêt sclérophylle, la végétation éricoïde des montagnes foudroyées chaque année n'ont jamais subi de graves dommages de ce fait, en raison de leur hétérogénéité structurale, et d'ailleurs n'auraient jamais pu se constituer s'il en avait été autrement. C'est l'attaque répétée de leurs périmètres par les incendies venus de l'extérieur qui a eu raison de ces formations natives.

Note sur la dégradation et l'érosion des Sols du Haut-Ituri

par

Ch. BOUVET,
Ingénieur Agronome.

ORIGINE DES EROSIONS

Elle se trouve :

1° Dans la dégradation du sol, dont la cause est l'épuisement provoqué par le système agricole des indigènes, soit pour faire face aux demandes de vivres nécessaires au ravitaillement de la main-d'œuvre des centres miniers et d'autres établissements, agricoles ou commerciaux, soit pour assurer un meilleur régime alimentaire aux indigènes, soit à cause d'un accroissement de la population et de l'augmentation du cheptel indigène.

On a raccourci la jachère naturelle, parce que le marché l'exigeait ou parce que la population augmentait.

C'est une jachère affaiblie, à laquelle on ne laissait plus le temps de réparer quelque peu les dégâts de la culture. Pour la même production, l'emblavure s'agrandit d'année en année et, de ce fait, les jachères se raccourcissaient toujours.

2° Dans le relief de la région et la lenteur avec laquelle le couvert végétal se refait.

3° Dans les feux de brousse.

4 Dans les déboisements.

5° Dans la concentration excessive d'animaux d'élevage.

MESURES PRISES POUR LUTTER CONTRE LA DEGRADATION ET L'EROSION

A. — Mesures agricoles

1° Régénération des sols par une jachère suffisamment longue et efficace.

C'est une erreur de croire que la fixation de terre, que la lutte antiérosive par la création de haies, terrasses, etc., puisse améliorer de beaucoup les conditions de culture. Il importe surtout que les sols mis en culture aient été régénérés par une jachère longue. Une terre en culture ne peut être exploitée jusqu'à l'épuisement total, afin que

la couche arable permette encore le développement d'une flore humicole et assure un bon départ à la flore de jachère.

2° Etablissement des cultures en bandes alternées et en terrasses.

La savane en verger, aménagée et contrôlée, avec ses bandes de cultures alternant avec ses bandes de jachère est un premier obstacle antiérosif.

3° Rotation de culture et de jachère pâturée.

Six à sept ans de jachère pâturée et trois ans de culture dont un an de cultures sarclées et deux ans de cultures salissantes.

4° Contrôle de la jachère.

Les principaux moyens sont :

a) Culture en bandes alternées avec instauration d'un nombre suffisant de champs pour assurer une jachère d'une durée suffisamment longue et adaptée à la nature du sol. Obligation de cultiver dans les bandes de culture.

b) Elevage en paddocks, dans les régions à longues jachères, avec rotation des troupeaux dans les paddocks et rotation des cultures en bandes alternées dans ces mêmes paddocks.

c) Multiplication des brise-vent et des massifs boisés.

d) Enrichissement de la jachère par semis ou bouturage d'arbres de protection.

B. — **Mesures forestières**

1° Transformation des têtes de source en réserves floristiques entourées d'un coupe-feu.

2° Etablissement d'un rideau de boisement d'environ 5 mètres de largeur, de part et d'autre des routes et des sentiers de crête des collines.

Ces rideaux constitueront des coupe-feu efficaces.

3° La mise en réserves forestières des terres à vocation forestière, telles les bourrelets granitiques et les exsurgeances quartzitiques.

4° Relief des têtes de rivières aménagées en réserves floristiques par des rideaux d'arbres, soit aux routes, aux sentiers de crête des collines, soit aux réserves forestières.

C. — **Autres mesures**

1° Multiplication des abreuvoirs pour bétail.

2° Contrôle de la population bovine, afin d'éviter l'overstocking.

3° Etablissement de barrages formant étangs.

Ces barrages auront l'avantage suivant :

a) Constitution, le long du cours des ruisseaux, de réservoirs qui rempliront le rôle de tampon pour amortir la violence des coups d'eau et l'amplitude des crues.

b) Création de vastes nappes d'évaporation, régulatrices du climat.

c) Possibilité de constitution de prises d'eau pour l'exécution de travaux d'irrigation des cultures et des pâturages.

D. — Exécution des mesures antiérosives

1° Etude préalable des terres dont dispose chaque clan indigène.

Elle comprend :

a) Classification des terres, suivant leur utilisation possible, en terres stériles, en terres forestières, en pâturages, en terres de cultures, en terres pouvant convenir aux cultures avec alternance de pâturages.

b) Inventaire de la population humaine et du cheptel.

c) Elaboration d'un plan de cultures.

2° Application des mesures préconisées suivant la vocation des terres.

2e SECTION. COMMUNICATION N° 132.
GROUPE I.

Note sur la dégradation des Sols dans la région du rail Matadi-Léopoldville

par

V. DRACHOUSSOFF,
Ingénieur Agronome Gx.

I. — DESCRIPTION DE LA ZONE

Nous appelons Zone du Rail la région comprise entre Matadi et Léopoldville, limitée par le fleuve, la frontière de l'Angola et une ligne Ngidinga-Kimambi-Léo.

On peut y distinguer grosso modo 6 régions agricoles, approximativement localisées sur la carte ci-annexée.

1) *Région montagneuse, cristalline et métamorphique de Matadi.*

Sols pauvres, à relief tourmenté. Importants affleurements rocheux. Peu de forêts.

2) *Région de Songololo et du Bas Kwilu.*

Plaines ou plateaux faiblement ondulés, souvent marécageux. Taux de boisement peu élevé. Couche arable mince, souvent nulle. Larges bancs de limonite superficiels.

3) *Région schisto-calcaire ondulée.*

Vallées fertiles (sauf là où la limonite affleure), généralement étroites, exceptionnellement larges de quelques kilomètres (Kwilu, Lukunga, Inkisi). Collines stériles ou quasi stériles, avec carapaces ferrugineuses. Plateaux argileux ou sablo-argileux, médiocres ou moyens. Forêts naturelles très rares, sauf au Sud de Kimpese. Forêts secondaires subspontanées autour des emplacements des anciens villages. Savane à divers stades de boisement autour des villages nouveaux.

4) *Région schisto-calcaire accidentée.*

Vallées souvent fertiles, mais très étroites. Pentes avec affleurements rocheux ou ferrugineux, nettement érodées, parfois couvertes de blocs résiduaires. Lambeaux de forêts installés dans les vieux ravinements et effondrements. Quelques versants d'une couche arable de texture argileuse assez compacte, de fertilité moyenne. Crêtes, au-dessus de 750 mètres, couvertes, par endroits, d'une couche sablonneuse épaisse de quelques mètres, de fertilité moyenne ou médiocre, manifestant une assez nette vocation forestière et appartenant au système du Kalahari.

5) *Région schisto-gréseuse ondulée.*

Sols généralement sablonneux ou sablo-argileux, de valeur moyenne. Vallées sablo-argileuses ou argilo-sablonneuses, souvent marécageuses, montrant à faible profondeur, une couche de limonite ou un tuf grisâtre, compact et imperméable. Forêts naturelles de plus en plus étendues d'Ouest en Est, mais rarement dominantes. Reboisements spontanés ou subspontanés assez importants. Savanes à très nette vocation forestière. Erosion et bancs ferrugineux apparents sur quelques versants ou sur certains sommets.

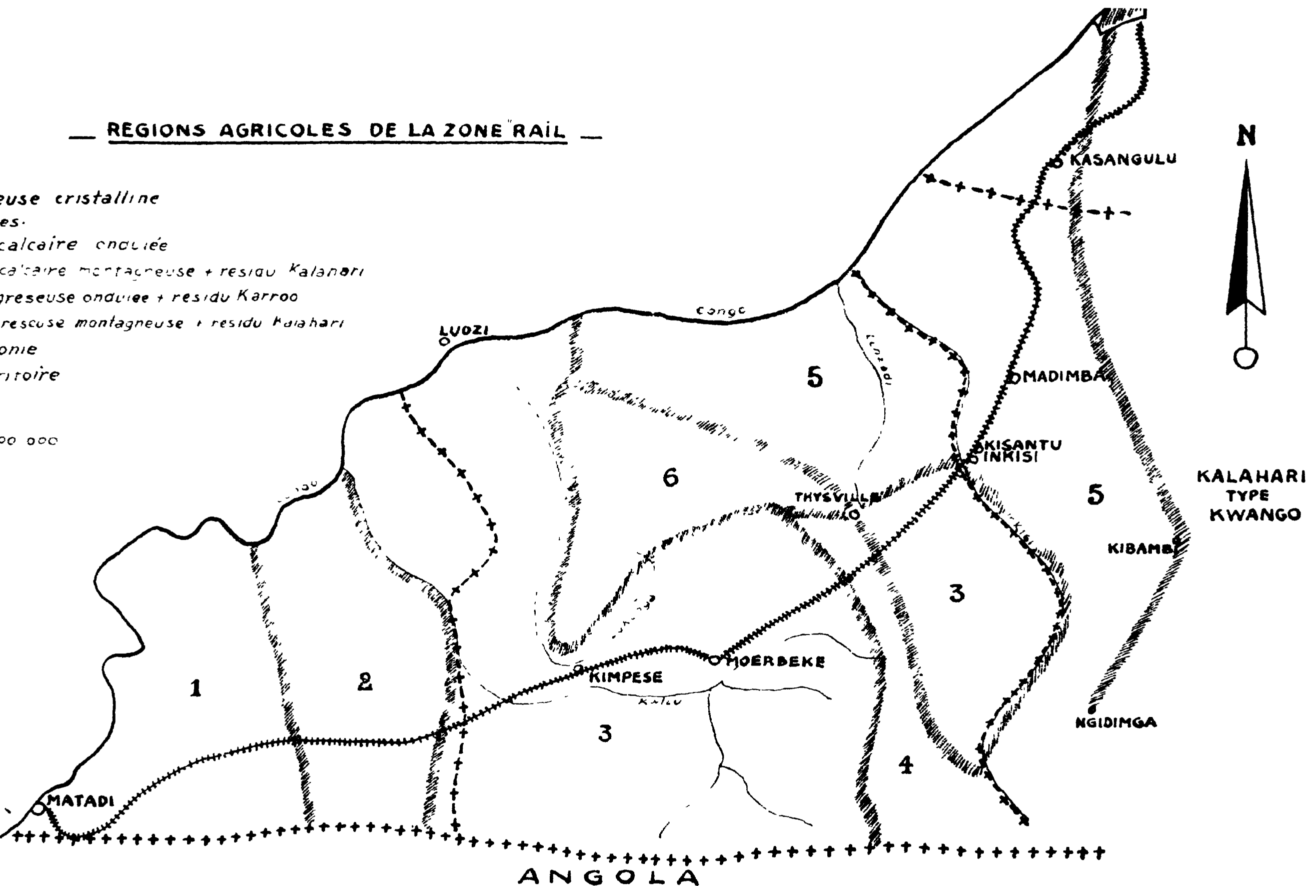
6) *Région schisto-gréseuse accidentée.*

Sols sablonneux ou sablo-argileux, parfois argilo-sablonneux. Erosion et affleurements limonitiques assez fréquents, par suite du relief. Crêtes parfois couvertes d'un reste de Kalahari. Vallées étroites, marécageuses ou fertiles. Importantes forêts naturelles (Bangu).

Chacune de ces régions réagit différemment aux causes de dégradation qui se manifestent dans le Bas-Congo.

II. — ASPECT DE LA DEGRADATION DES SOLS

1. *Phénomènes apparents :*
   - A. Carapaces ferrugineuses.
   - B. Ravinement.
   - C. Déboisement.
2. *Phénomènes internes.*
   - D. Formation d'argiles latéritiques.
   - E. Erosion en nappe et verticale avec destruction d'humus et de structure et lessivage des bases.


— REGIONS AGRICOLES DE LA ZONE "RAIL —
1 - Région montagneuse cristalline
2 .. Plaines Limonitiques.
3 .. Région schisto-calcaire ondulée
4 . Région schisto - calcaire montagneuse + residu Kalahari
5 - Région schisto - greseuse ondulee + residu Karroo
6 - Région schisto - greseuse montagneuse + residu Kalahari
Frontière Colonie
Frontière Territoire
Limite zone
Echelle 1/1 000 000
N
KASANGULU
MADIMBA
KISANTU
INKISI
THYSVILLE
MOERBEKE
KIMPESE
LUOZI
MATADI
KIBAMBI
NGIDIMGA
KALAHARI
TYPE
KWANGO
Congo
ANGOLA
1
2
3
4
5
6

A. — Carapaces ferrugineuses

Dans tous les sols à dominance argileuse et dans beaucoup de sols argilo-sablonneux et même sablo-argileux, on remarque, à une profondeur variable, une couche composée de nodules de limonite, agglomérés par une espèce de ciment, et très difficilement percée par les racines. L'épaisseur de cette couche varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Lorsqu'elle affleure, le sol peut être considéré comme stérilisé.

La formation en profondeur et l'ascension progressive des sols ferrugineux composant la carapace semble être un phénomène très ancien, provoqué essentiellement par des facteurs climatiques et hydrauliques. L'action de l'homme sur la rapidité de l'évolution ne peut encore être évaluée. On peut toutefois supposer que tout ce qui détruit l'humus, la structure et la végétation favorise et hâte la formation d'une carapace superficielle.

Les régions les plus durement atteintes par cette forme de dégradation sont, dans l'ordre :

la région de Songololo et du Bas-Kwilu;

les régions schisto-calcaires ondulées et accidentées de l'Ouest de Thysville;

les régions schisto-calcaires ondulées et accidentées à l'Est de Thysville.

B. — Ravinement

Le ravinement se manifeste surtout dans les régions à relief tourmenté, sur les pentes dénudées, le long des pistes indigènes, des collecteurs naturels d'eau de pluie, des têtes de source.

Les manifestations les plus spectaculaires ne sont cependant pas nécessairement les plus nuisibles. Les sols ravinés sont souvent des sols stériles ou très médiocres. Il se peut alors que les ravinements acquièrent une certaine utilité, car ils scalpent la carapace superficielle et permettent l'installation de forêt dans les éboulis.

En revanche, dans les sols sablonneux moyens, fortement arborés, le ravinement se borne à la formation de rigoles ou de petites ravines. Phénomène plus discret, mais d'autant plus dangereux, car il attaque lentement les terres arables et peut atteindre rapidement une intensité redoutable, pour peu que l'étendue des emblavures vienne à augmenter.

Le ravinement à grand spectacle est surtout fréquent dans les régions schisto-calcaires, le ravinement réellement nuisible se manifeste dans les terrains schisto-gréseux ou le Kalahari.

C. — Déboisement

L'indigène du Bas-Congo n'est pas destructeur de forêt. Au contraire, il tire admirablement parti de la tendance naturelle qu'ont la plupart des sols à se boiser.

Certes, depuis trente ans, une grande partie des forêts secondaires a été transformée en jachères forestières, parfois passablement dégradées. Mais ces jachères gardent toujours un certain caractère forestier et retournent à leur état initial, pour peu qu'on leur donne quelques années de repos. Il faut un concours *exceptionnel* de circonstances défavorables (pente forte, feux violents, cultures répétées) pour *détruire* une formation forestière.

Nous avons soigneusement interrogé les notables et les vieux de nombreux villages. Les emplacements de forêts disparues qu'ils ont pu nous montrer sont très rares et peu importants.

En revanche, l'indigène continue à étendre ses boisements subspontanés. Des « Nkunku » entourent la grande majorité des villages, s'adossent à des nkunku plus anciens ou à des galeries, et, parfois se rejoignent pour former des blocs de plusieurs dizaines d'hectares.

La période pendant laquelle ces boisements restent perméables au feu et doivent être protégés varie considérablement d'après la texture du sol. Relativement courte en terres sablo-argileuses du schisto-gréseux (dix, quinze ans), elle devient extrêmement longue dans les terres argileuses pauvres et compactes. Certains sols limonitiques ne semblent même pas susceptibles de boisement, tout au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

Les terres forestières ne diminuent pas d'étendue dans la plus grande partie de la zone du rail. Bien au contraire, la très grande majorité des indigènes interrogés à ce sujet soutiennent que « la forêt est plus forte que la savane » et que, s'il y a moins de vieilles forêts qu'autrefois, la superficie des nkunku et des jachères s'est accrue depuis une génération. Cet accroissement est relativement rapide dans le schisto-gréseux, assez lent dans le schisto-calcaire, très lent ou nul en région de Songololo et de Matadi.

D. — **Formation d'argiles latéritiques**

A moins d'être un pédologue expérimenté ou de disposer d'un matériel d'analyse suffisant, il est bien difficile de distinguer les argiles latéritiques des terres rouges provenant de la décomposition des schistes. Il est probable que les argiles de la zone du rail sont toutes plus ou moins latérisées. Nous ne pouvons en dire plus.

E. — **Erosion en nappe et érosion verticale**

L'intensité de ces phénomènes est difficilement mesurable pour un observateur privé de matériel d'analyse et opérant dans une région à culture extensive. Il est certain que chaque période de culture amène un appauvrissement du sol, tant par l'exportation des matières minérales que par la destruction de l'humus et de la structure, les pertes en nappe ou en profondeur. La jachère qui suit permet une certaine reconstitution de l'humus et des caractères physiques et une mise en circulation des matières minérales inertes.

La durée de la jachère est actuellement de trois à six ans pour la plupart des terres de la zone. Encore, les herbes sont-elles brûlées tous les ans.

Ce repos, court et incomplet, permet-il au sol de revenir intégralement à son état initial? Tous les principes disent que non, mais l'observation objective dicte une réponse plus nuancée.

Rarement, même dans les terres sur-cultivées entourant les centres, avons-nous pu remarquer un appauvrissement manifeste des terres depuis trente ans, sinon en quelques endroits défavorisés par le relief. Nulle part, les indigènes ne se sont plaints d'une baisse sensible des rendements. Il se peut, certes, que cette baisse ait été masquée par l'extension des emblavures; il n'en reste pas moins que les sols se sont montrés plus résistants, plus stables qu'on ne le pensait il y a quelques années.

Sans doute, l'indigène du Bas-Congo n'exige-t-il que fort peu de ses sols de plateaux : peu ou pas de rotations, une culture pure de manioc ou associée de manioc-arachides, puis la jachère. Et les rendements ne paraissent guère élevés. Dans de telles conditions, on comprend qu'une jachère de quelques années puisse ramener la terre à son médiocre état initial.

Mais il est d'autres cas, plus difficilement explicables : des terres alluvionnaires non inondées sont cultivées tous les deux ou trois ans depuis une génération et continuent à produire de bonnes récoltes; des versants de 45-50°, billonnés parallèlement à la pente, emblavés tous les trois, quatre ou cinq ans, ne montrent ni ravinement notable ni baisse de productivité. Pourquoi?

Nous ne prétendons pas expliquer ces anomalies, mais nous sommes obligés de les constater et de les signaler. Elles montrent que la terre d'Afrique est capable de se défendre et possède des forces inattendues de résistance que nous devons utiliser et développer.

III. — CONCLUSIONS

1. Les régions les plus dégradées de la zone du rail sont, dans l'ensemble, les parties occidentales cristallines, métamorphiques et schisto-calcaires.

2. La dégradation du sol semble surtout se manifester par l'ascension lente et progressive de la couche ferrugineuse compacte vers la surface et, accessoirement, par des ravinements attaquant les terres arables.

L'abus des cultures et des feux de brousse favorise, en principe, ces deux phénomènes : le premier dans une mesure difficilement mesurable, à cause de la lenteur du processus; le second d'autant plus nettement que le sol est moins couvert, la pente plus forte, la texture plus légère.

3. L'appauvrissement provoqué par les cultures est, dans une large mesure, compensé par l'effet de la jachère forestière ou herbeuse.

4. Depuis l'arrivée du colonisateur, l'exploitation du sol s'est intensifiée. Cependant, il ne semble pas en avoir trop souffert jusqu'ici :

a) La superficie des terres sous « nkunku » ou jachère forestière a augmenté;

b) Les rendements par hectare n'ont pas diminué de façon perceptible, tout au moins au stade actuel de nos observations;

c) La plupart des phénomènes de dégradation sont très anciens et ne semblent pas avoir été influencés par l'action de l'homme, spécialement du colonisateur.

Tout se passe, dans la zone du rail, comme si le diagramme de fertilité des sols se présentait comme un escalier plutôt que comme une courbe. Chaque palier représenterait un état d'équilibre stable exigeant, pour être rompu, la concentration puissante ou l'action très prolongée des facteurs de dégradation.

Cette conclusion relativement optimiste ne doit pas nous empêcher de rester vigilants, car nous ignorons le moment où nous atteindrons la phase de rupture. Au surplus, la fertilité s'est stabilisée, dans la majorité des cas, à un niveau très bas, que nous devons élever si nous voulons assurer l'avenir économique du Bas-Congo.

IV. — L'AVENIR

Divers projets sont actuellement étudiés dans la zone du rail. La réalisation de certains d'entre eux (reboisements) a déjà été entamée. Cependant, nous croyons prématuré d'en parler ici tant que des résultats notables n'auront pas été obtenus.

Disons seulement que les moyens de conservation doivent être proportionnés à la valeur actuelle ou potentielle des sols protégés.

1° Dans les terres fertiles, où la rotation des cultures est possible, la *productivité* de la terre doit être augmentée avant tout. Ce n'est qu'à cette condition que l'application de méthodes relativement coûteuses (barrages, colmatage, terrasses, etc.) pourra devenir économiquement acceptable.

2° Dans les terres médiocres, le sol doit être amélioré à peu de frais, en utilisant au maximum sa capacité naturelle de régénération. Cette politique est appliquée dans les sols légers par la Mission Forestière du Bas-Congo (procédé Humblet). L'INEAC, de son côté, s'est attaqué au problème, pour les terres lourdes et les sols stériles ou quasi stériles de sa réserve de la Kokozi. Espérons qu'il trouvera une solution pratique.

Telle est, vue par un praticien, la situation actuelle des sols de la zone du rail Matadi-Léopoldville.

Usure physique et chimique des Sols de la région volcanique Ouest Cameroun

par

E. L. DE LAPERSONNE,

Ingénieur chimiste, Licencié ès Sciences.

La zone volcanique considérée (Régions du Mungo et Région Bamilélé) est constituée par des terrains d'alluvions au Sud de la région du Mungo; cette zone, à peu près plate, est la zone du Palmier à huile et nous ne nous en préoccuperons pas dans cette étude.

Les terrains volcaniques, *stricto sensu*, se rencontrent à partir du kilomètre 60 environ de la route Douala-Nkongsamba, dans la région de M'Banga. Ils proviennent d'abord d'une série de petits appareils plus ou moins démantelés qui jalonnent la faille entre le Mont Cameroun et le Mont Koupé. Certains de ces terrains sont anciens, d'autres très rajeunis (Nyombé Penja Loum) constituent l'essentiel de la zone bananière. Certains même, très jeunes (Mombo, Djoungo), ne sont pas encore sufisamment décomposés pour être considérés comme de véritables sols. En remontant vers le Nord, nous trouvons ensuite les terrains liés au Mont Koupé et appareils annexes, terres assez jeunes Nlohé - Lala Sud.

Puis nous rentrons dans la zone du Manengouba ancien, fortement latérisée, qui se couvre par endroits d'épanchements de petits cratères secondaires contemporains de la phase récente du Manengouba. Cet immense système, en effet, comporte deux phases très nettes; l'une qui a donné la caldeira Sud-Ouest, aujourd'hui démantelée, doit remonter à l'ère tertiaire ou au début du quaternaire. Elle se caractérise par des coulées de basalte prismatiques actuellement très latérisées, puis au Nord de Nkongsamba on retrouve nettement la zone récente quaternaire constituée par des émissions de la caldeira Nord-Est et de petits cratères affiliés (Baré, Nyabang, Mbouroukou). Ces terrains plus jeunes sont d'origine cinéritique (Mélong) ou proviennent de la décomposition de tuffs et de laves alcalines.

Cette zone est pratiquement limitée par la rivière Nkam qui sépare la Région du Mungo de la Région Bamiléké. Au Nord et à l'Est de cette rivière, se trouve un massif assez complexe de terrains anciens surmontés d'éruptions plus récentes (Bamboutos) qui constituent la Région Bamiléké.

Cette Région Bamiléké qui s'étend entre la rivière Noun et la frontière anglaise est extrêmement peuplée. Cette race opiniâtre de montagnards, obstinés polygames, est très prolifique et s'accroît à une cadence rapide. Les hommes s'adonnent au commerce ou aux métiers divers, mais ne cultivent pas la terre, laissant ce soin à leurs femmes qui entretiennent la plantation de café arabica et font les cultures vivrières. Celles-ci, pour nourrir une *aussi dense* population, doivent couvrir une grande superficie. Il en résulte que le sol est surcultivé, les plantations revenant trop souvent au même endroit et le pays, très accidenté, n'ayant que peu de plaines ou de plateaux.

La pratique de la plantation va consister dans un véritable écobuage — décrit en détail par JACQUES-FÉLIX dans l'*Agronomie Tropicale* (Vol. XI, n° 3-4, pp. 180-182) — qui consiste à brûler les herbes sarclées à la surface du champ, à l'intérieur du billon, au moins pour la culture de l'igname. Pour le maïs ou le taro, on se contente d'enfouir les herbes.

La coutume. — Il est très difficile de la faire abandonner par ces pauvres créatures d'intellect extrêmement borné, abruties par le port de la hotte dorsale. Le travail courbé avec la houe à court manche, veut que ces billons soient dressés dans le sens des lignes de plus grande pente, ce qui, paraît-il, « facilite le travail », et jusqu'à ce jour les efforts de tous les services agricoles et administratifs ont été vains pour obtenir des billons orientés dans le sens des courbes de niveau... Le résultat est que ces billons dressés justement pendant la période des tornades, averses terribles succédant à une longue sécheresse, sont l'objet d'une érosion massive qui entraîne des tonnes et des tonnes de terre meuble vers le bas des pentes, sur lesquelles le sol proprement dit finit par disparaître, et le processus ne s'arrête que lorsqu'est mise à nu la roche mère ou, plus souvent, hélas, la croûte ferrugineuse.

Cette culture de la parcelle dure deux ou trois ans, et il s'établit une végétation secondaire où domine *Melinis minutiflora*, puis une végétation de moins en moins riche dont le mélange fougère *Pteria aquilina* et *Imperata cylindrica* constitue le terme ultime et apparemment sans espoir. Près des villages, sur des centaines d'hectares, la cicatrice des billons recouverts d'*Imperata* montre l'étendue des ravages, et les femmes doivent aller très loin à la recherche de nouveaux terrains. Il n'est pas rare de voir des plantations à 15 kilomètres du village.

Ainsi la région, véritable peau de chagrin, dont la superficie cultivable diminue chaque année, est devenue trop petite pour les habitants qui émigrent de plus en plus vers le bas pays du Mongo, où ils cherchent par tous les moyens à acquérir les terres que les autochtones trop paresseux ne veulent plus cultiver.

Ils y importent naturellement leurs méthodes particulières de culture dévastatrice et leur haine invétérée de peuple de savane pour l'arbre et la forêt qu'ils abattent à tour de bras. De plus, ayant du mal à avoir des terres, ils tendent à les cultiver abusivement, réduisant les jachères et revenant à intervalle trop fréquent sur le même emplacement.

Cette culture sans restitution, qui brûle tous les trois ou quatre ans le couvert de sissongho *(Panicum maximum)* est très épuisante et déjà dans la zone latéritique du Sud Manengouba on constate la ruine de grandes surfaces qui ne portent plus que de l'*Imperata*.

Elle s'accompagne d'ailleurs d'une usure chimique du sol, dont la lessivation est facilitée et dont l'humus protecteur de l'argile disparaît rapidement, permettant l'apparition des réactions allitiques et le mûrissement du sol. Certaines graminées de jachère ont d'ailleurs une action curieuse sur cette évolution. Nous avons constaté dernièrement que sous un tapis de *Paspalum*, une mauvaise herbe très étouffante du caféier, localement connue sous le nom de « Cut money », il se formait à 5 cm. de profondeur une véritable couche d'oxyde ferrique de 1 à 2 cm. d'épaisseur. Cette action est au moins aussi frappante que l'action latérisante de l'*Imperata*, dont ce « cut money » est, en général, l'avant-coureur.

Donc nous constatons que la culture indigène en billons suivant les pentes offre le double inconvénient de détruire les sols par érosion et de les fatiguer par destruction de matière organique, lessivation des bases et libération de Fe et Al.

Quels remèdes apporter à ces pratiques?

Il faut :

1) réglementer la culture des pentes trop accidentées;

2) essayer, par la persuasion, d'obtenir le billon orienté suivant les courbes de niveau. Peut-être un système de primes aux Africains adoptant ces méthodes aurait-il un certain effet. On pourrait peut-être y arriver par la création de centres de culture vivrière gérés par les S. I. P. et dont l'exemple aurait le même résultat que celui des plantations européennes pour le Café ou la Banane.

Mais je crois que le grand remède résiderait dans un cadastre et la distribution de terres familiales que l'Africain recevrait en propriété définitive, et sur lesquelles il serait fixé, et aurait, par conséquent, besoin de maintenir la fertilité sur sa propriété. On lui apprendra à pratiquer un assolement judicieux et des jachères améliorées sous légumineuses.

Ce sont des remèdes autant politiques que techniques. Si l'Administration ne sait pas les vouloir, dans trente ans d'ici, cette région si riche sera incapable de nourrir sa population.

Dégradation des sols en Côte d'Ivoire

par le

Service d'Agriculture de la Côte d'Ivoire.

SOMMAIRE

La Côte d'Ivoire est trop vaste et le personnel technique trop restreint pour pouvoir dresser un bilan précis.

Seules des missions spécialisées sont outillées pour établir une carte pédologique donnant une idée exacte de la valeur agricole des sols de la Colonie et de leur constitution.

Toutefois les renseignements que nous possédons, nous donnent une première approximation des dégâts occasionnés par la nature et par l'homme, de leur importance relative, et des possibilités qu'ils laissent encore à ce territoire.

I — ETAT ACTUEL DES DEGRADATIONS.

Pour cette étude il est nécessaire de distinguer les trois grandes régions de la Côte d'Ivoire : la zone forestière, la limite forêt-savane et la zone des savanes.

A. — ZONE FORESTIERE.

a) Zone côtière à savanes.

Il faut mettre à part dans la zone forestière une partie de la région côtière où se trouvent quelques savanes de surface notable, à proximité de Bassam, Bingerville, Dabou, Grand Lahou et Sassandra. L'étendue de ces savanes et les régions intéressées sont données par le tableau suivant :

Subdivision administrative	Superficie des savanes en km²	Superficie totale de la subdivision en km² (1)	Importance relative des savanes
Bassam	55	480	11,4 %
Bingerville . . .	14	2.092	0,6 %
Dabou	505	3.505	14,4 %
Grand Lahou .	130 (2)	5.662	2,2 %
Sassandra . .	10	4.771	0,2 %

Une légende qui se transmet chez les populations côtières, prétend que la création de ces savanes remonte à l'époque de la traite des esclaves. Un déboisement intensif aurait été nécessaire pour la surveillance des camps de concentrations et pour les cultures vivrières indispensables à l'alimentation, vraisemblablement à base de manioc, des malheureux rassemblés en vue de leur embarquement.

Il se pourrait donc qu'une dénudation entretenue, avec toutes les conséquences qu'elle comporte, ait provoqué la latérisation du sol, mais aucune preuve ne permet de confirmer cette hypothèse d'origine assez aléatoire.

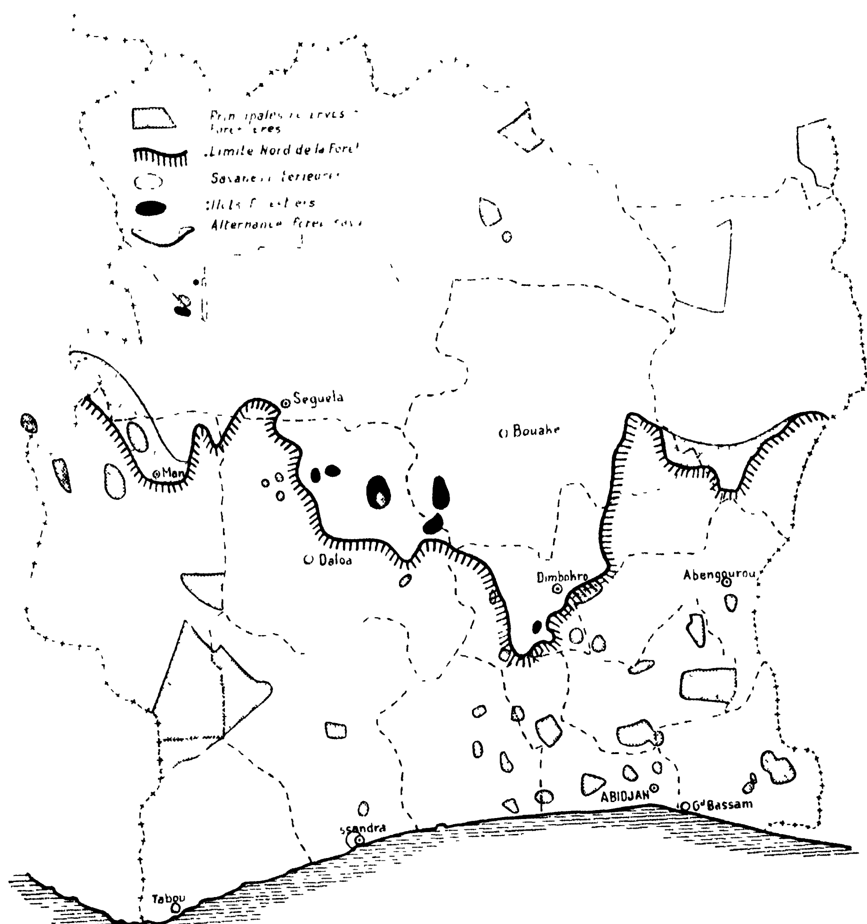
Dans la région de Dabou, certaines savanes sont, soit complètement dépourvues de végétation arbustive, soit parsemées de rares palmiers à huile. En certains endroits l'Imperata règne en maître, très vigoureux, indiquant que l'horizon supérieur n'est que « parasité » et non complètement dégradé.

En d'autres emplacements, la colonisation quasi-complète par les fines graminées pyrophiles semble être la preuve d'une dégradation plus ancienne et plus avancée.

Au contraire, dans les régions de Bassam et de Bingerville, les savanes sont parsemées d'une végétation ligneuse de Goyaviers, avec présence de palmiers à huile (Bingerville) ou d'un peuplement assez régulier de Rôniers *(Borassus flabellifer)* (Bassam).

(1) Superficie totale, y compris lagunes et fleuves.
(2) Non compris la zone marécageuse de cette région.

Il reste à noter que si dans la région de Dabou l'étendue des clairières paraît stationnaire, un phénomène de régression est remarqué vers Bassam. Les indigènes affirment, en effet, assertion confirmée par un missionnaire installé depuis longtemps dans la région, que la savane de Grand-Alépé s'étendait sur 1.300 Ha., elle était déjà presque réoccupée par la forêt au début du siècle; enfin, il est facile de remarquer dans les clairières d'Adiéké que les touffes de Goyaviers



apparaissent au pied des palmiers à huile et des rôniers, suivies par le Rikio *(Uapaca benguelensis)* et l'Azobé *(Lophira procera)*, le Borassus passe alors à l'étage dominé et disparaît rapidement.

b) **Zone forestière proprement dite.**

Une grande partie de la zone forestière a été soumise depuis l'arrivée des Européens à une exploitation intense d'abord, exploita-

tion des bois, puis établissement des plantations de Caféiers, de Cacaoyers, et plus tard de Bananiers par les Européens et les Africains.

D'autre part, la concentration de la population dans certains centres urbains a nécessité le développement des cultures vivrières (Manioc, Igname, Riz), autour de ces centres. Il a fallu ainsi déforester abondamment les environs d'agglomérations importantes telles que Abidjan, Daloa, Gagnoa, par exemple.

Il y a cependant très peu de dégradations définitives entraînant la stérilité du sol. Mais le potentiel de fertilité a baissé et surtout la richesse de la forêt. Dans la forêt secondaire, les essences de valeur sont rares ou absentes, car la proximité des semenciers de valeur peut seule permettre le développement d'essences riches, les replantations systématiques étant encore limitées. L'agriculture possède encore d'importantes terres de réserve.

Toutes les terres ayant supporté des cultures industrielles sont partiellement épuisées, la dégradation n'est pas très poussée, le sol ayant toujours conservé une couverture assez importante et suffisante pour le protéger.

Chez le planteur africain, l'épuisement du sol, la sénilité des arbustes cultivés, la baisse du rapport, amènent l'abandon de la plantation. Les dimensions de la plantation n'étant jamais bien grandes et le déboisement n'étant pas complet, la forêt secondaire reconstitue rapidement le couvert du sol.

La culture des Européens a souvent dégradé plus intensément le sol, le défrichement, le déboisement furent plus poussés, certaines plantations mal entretenues ou abandonnées après la ruine ou la mort de leurs propriétaires ont été envahies par l'Imperata. Mais dans les plantations européennes, on peut dire que l'ère de la culture intensive est révolue. Ce fait est particulièrement accusé par le Bananier, il se dessine aussi très nettement pour le Caféier. L'emploi des engrais chimiques et des plantes de couverture et l'intervention de la mécanisation se développent.

L'exploitation du sol sans apport de contre-partie ne sera bientôt plus qu'un souvenir.

B. — LIMITE FORET-SAVANE.

Cette zone assez restreinte dans l'espace est peut-être celle qui présente le plus grand intérêt, sinon pour l'agriculteur du moins pour le technicien.

La compétition entre la forêt et la savane est très vive. La forêt est soumise à de nombreux assauts de la part de la nature et de la part de l'homme. Le manque de points de repère anciens ne nous permet pas de savoir avec certitude si la forêt avance ou recule. Il semble

que si l'on pouvait supprimer l'action de l'homme, la forêt s'étendrait. Les savanes de Toumodi, Bouaflé, Vavoua subsistent parce qu'elles sont entretenues par les feux de brousse. L'homme est un adversaire farouche de la forêt, il a tendance à pousser ses cultures toujours plus avant dans celle-ci. Dans le Sud du Cercle de Bondoukou, par suite de la baisse de rendement de toutes les cultures, on note un mouvement de migration vers les régions boisées plus méridionales.

Dans cette zone, le relief prend une très grande importance : dans les régions de Man et de Dimbokro, les massifs accidentés sont soumis à une érosion intense.

Au Nord de Man, il existe des dénivellations brusques de 6 à 800 mètres, les pluies sont abondantes (1.600 à 1.800 mm. dans l'année) et les premières de la saison sont très violentes. Les terres découvertes par la sécheresse et les feux de brousse sont soumises à une dégradation intense. Les sommets sont dénudés et à flanc de coteau les bancs de latérite sont mis à jour

Les cantons Gan et Touras (Nord de Man) sont soumis tous les ans à des feux de brousse, qui, en accélérant les dégradations font disparaître les derniers îlots forestiers et installent la savane progressivement vers le Sud. Ces régions présentent les caractéristiques de destruction récente par le feu : vestiges d'anciennes forêts au sommet des monts ou dans les vallées plus humides; on rencontre souvent un versant complètement dénudé, alors que l'autre non atteint par le feu dont l'action et la marche sont en partie fonction des vents, a conservé son couvert végétal. Présence d'Elaeis, qui se sont établis après un premier défrichement, en bénéficiant de la proximité de la forêt secondaire, partiellement reconstituée, mais qui ne résisteront pas à de nouveaux feux.

La zone des monts du Ton-Koui, à l'ouest de Man, a subi au cours des dernières années et particulièrement au cours de la campagne rizicole 1946-1947, des défrichements et brûlages intenses. Les parties de forêt aujourd'hui disparues se reconstitueront d'elles-mêmes, les pluies étant abondantes et la forêt environnante servant de semencier, si des feux ne s'y reproduisent pas. S'il en était autrement, les eaux de ruissellement ne tarderaient pas à raviner les pentes, où les essences arbustives ne pourraient s'établir, faute de support.

Dans le Cercle de Dimbokro, on estime que l'érosion pluviale a stérilisé à elle seule 2.250 kilomètres carrés sur les 18.500 kilomètres carrés du Cercle. Les sols imperméables sont soumis à un ruissellement intense et les matériaux sont entraînés dans les vallées.

Les savanes de Niafoutou, ainsi que celles de Anoumaba, du Nord de M'Bato semblent dues à la présence d'assises granitiques superficielles rendant toute végétation arborescente impossible. La flore

herbacée a été périodiquement la proie des flammes et le sol a subi une dégradation de plus en plus accusée.

C. — ZONE DES GRANDES SAVANES.

Cette zone est la plus gravement touchée. La dégradation commencée bien avant l'occupation française ne fait que s'amplifier actuellement. Dans les terrains encore en évolution, on note l'amincissement de la couche arable, la réduction ou l'absence de terre végétale, la prédominance du sable due aux lessivages annuels, la très faible teneur en humus, le dépérissement de la végétation arbustive et l'envahissement par l'Imperata.

La réserve de terres vierges s'amenuise de jour en jour. L'accroissement de la population et celui de la production qu'il entraîne ne se satisfont jusqu'à présent que par une culture plus extensive, qui est malheureusement poursuivie selon les méthodes ancestrales néfastes.

Cependant, dans la majeure partie des cas, la dégradation pour avancée qu'elle soit, n'est pas aussi grave que dans les régions propr ment soudanaises et ne paraît pas irrémédiable.

En Côte d'Ivoire, il n'y a, en somme, que peu de dégâts définitifs. Les dévastations affectent de grandes étendues, mais le sol n'atteindra le stade de dégradation ultime que dans un laps de temps assez long. Il est, par conséquent, encore temps d'agir. Nous exposerons plus loin les mesures proposées pour protéger et même améliorer les terres en voie de dégradation.

II. — CAUSES DE DEGRADATION DES SOLS.

Quelles que soient les origines des sols, le processus de dégradation est sensiblement le même : un sol privé de son couvert végétal est soumis à une violente érosion. La latérisation totale est souvent le stade final de dégradation.

Deux catégories de causes intimement liées provoquent les dévastations :

A) Les causes naturelles.

B) Les causes humaines.

A. — CAUSES NATURELLES DE DEGRADATION.

Elles sont bien connues et nous les rappellerons rapidement. Il s'agit de l'action du climat et de toutes ses composantes : température, insolation, vent et pluie. La mise à nu du sol déclenche l'érosion. Là où le couvert primitif du sol a persisté, même dans les régions de

grandes savanes, on peut trouver le profil forestier typique. Le sol est peu ou pas dégradé.

a) **Action de la température et du soleil.** — Les grandes variations de température sont, dans la région des grandes savanes, un des facteurs les plus actifs de la dégradation. Elles ont une action sur la décomposition des roches, mais l'action la plus nette est certainement celle de la violente insolation. Le sol nu est grillé, desséché. L'humus est détruit. L'évaporation intense de la saison sèche augmente dans des proportions notables les concentrations dans les couches hautes du sol.

b) **Action du vent.** — En savane, les vents chauds et violents ont une action d'usure sur les roches tendres. L'érosion éolienne n'est pas négligeable quoique n'atteignant pas l'intensité que l'on relève aux latitudes immédiatement supérieures. Les vents accompagnant les gros orages (tornades) augmentent considérablement l'effet mécanique de la pluie en mitraillant littéralement le sol.

c) **Action de l'eau.** — Les pluies sont dangereuses en savane au début de l'hivernage quand le couvert n'est pas reconstitué. Sur les terrains en pente, on assiste à un véritable décapage de la couche supérieure. Les éléments fins sont entraînés.

B. — CAUSES HUMAINES DE DEGRADATION.

Si elles sont également bien connues, il nous paraît nécessaire d'insister sur leurs caractères et sur leur extension actuelle en Côte d'Ivoire.

a) **Déforestation et déboisement.** — Pour faire ses cultures, pour construire ses cases, pour ses besoins domestiques, le cultivateur africain a toujours été un agent de déboisement. Les arbres sont abattus presque sans restriction et jamais l'indigène n'en replante de lui-même. Dans le Nord de la Colonie, seuls les Karités *(Butyrospermum Parkii)* et Nérés *(Parkia biglobosa)* sont épargnés; en forêt ce sont les kolatiers et quelques gros arbres. Encore trop souvent, broussailles et arbustes sont entassés au pied de ces gros arbres, afin de les détruire par le feu. Dans certaines régions il faut faire 80 à 100 km., pour trouver des arbres susceptibles de fournir de belles poutres de construction.

La culture du riz est certainement celle qui entraîne les destructions les plus importantes et les plus étendues. Pour faire du riz, on n'hésite pas à abattre des hectares de forêt. Cette culture est une des plus néfastes pour le sol. Elle entraîne une dégradation intense, car elle demande un terrain bien préparé et la suppression presque totale du couvert.

Ces dernières années, on a assisté à une augmentation considérable de la production, imposée en partie par l'arrêt des importations en provenance d'Extrême-Orient qui, de 1935 à 1939, atteignaient en moyenne 4.000 tonnes par an. Elle n'est pas due à des améliorations culturales, mais uniquement à un défrichement intense, qui parfois ne respecte même pas les réserves forestières.

Dans chacune des régions de Man et de Daloa, par exemple, on a consacré chaque année 40.000 hectares à cette culture, depuis 1943 ou 1944.

Dans la région de Man, le bruit de la suppression des réserves forestières a couru, et nombreuses sont aujourd'hui les réserves entamées. Des hectares de belles forêts sont mis par terre pour obtenir quelques tonnes de riz.

Si les feux de brousse n'intervenaient pas, la forêt pourrait se reconstituer, mais l'extension des surfaces amènera un retour plus fréquent sur les mêmes terrains, qui entraînera la disparition définitive du boisement.

b) **Durée des cultures.** — Lorsque les terrains nouvellement défrichés sont consacrés aux cultures vivrières, étant donnée l'exigence de ces plantes, les terres s'appauvrissent rapidement.

Le système cultural qui comporte l'érection de buttes ou billons, opération qui mobilise les éléments les plus riches et dénude l'espace inter-buttes; les façons culturales avec sarclages répétés, quoique indispensables, contribuent à la stérilisation partielle de ces terres.

La culture est abandonnée au bout de trois, quatre ou cinq ans, suivant la fertilité du sol. Le terrain est alors envahi par les herbes, puis par les végétaux ligneux, qui reconstitueront le couvert du sol. Quelques années plus tard on reviendra sur le même sol. Quels sont alors les rendements? Un contrôle rigoureux avec pesées de récoltes n'a pu encore être assuré, mais il semble bien que les nouveaux rendements sont inférieurs aux anciens.

Après deux ou trois passages sur le même sol, si les délais nécessaires pour sa reconstitution n'étaient pas respectés, on arriverait à ne plus obtenir un rendement acceptable. Déjà, dans certaines régions, la brousse de repousse a du mal à s'installer, les anciennes cultures sont alors colonisées par des graminées telles que l'Imperata.

Dans la région du Nord, il se passe à peu près la même chose. On cultive du maïs, du sorgho ou du mil en association avec quelques pieds de haricots ou lignes d'arachides. On continue ainsi jusqu'à ce que la récolte soit trop maigre, par suite de l'épuisement du sol ou par suite de l'envahissement par l'Imperata.

Le terrain dans cette zone Nord ne sera repris qu'au bout de dix, quinze ans, mais ce délai n'est déjà plus suffisant dans quelques

endroits, où l'érosion se développe à tel point que la carapace latéritique commence à apparaître en surface.

c) **Méthodes de culture.** — Jusqu'ici le cultivateur africain n'a jamais restitué au sol, sous quelque forme que ce soit, les éléments qu'il exportait par ses récoltes. Le fumier de ferme, les engrais verts, les engrais chimiques sont totalement inconnus, les débris provenant du traitement de certains produits ne sont même pas apportés au sol pour compenser les pertes. Seules certaines cultures, installées dans ce but à proximité des villages profitent des déjections humaines et animales.

On conçoit que l'humus disparaisse très rapidement dans ces conditions, par suite des intempéries et des récoltes. Les méthodes culturales indigènes étant incapables de le restituer, le processus de dégradation s'en trouve d'autant plus favorisé.

d) **Feux de brousse.** — Le feu de brousse a ses avantages : il permet de circuler plus facilement et de faire des chasses fructueuses; il rend des régions infestées de fauves plus sûres; il détruit de nombreux insectes (pontes, larves) des rongeurs, des reptiles, il provoque la repousse du regain pour la nourriture du bétail. Mais il présente aussi de très graves conséquences. Suivant l'époque, son action est très différente Le feu tardif en mars-avril (Nord de la Colonie) est une véritable calamité, détruisant totalement par son intensité le couvert végétal, grillant littéralement le sol, dont toutes les matières organiques superficielles sont brûlées. Il atteint gravement et souvent mortellement tous les jeunes plants et anéantit les floraisons du Karité.

Si l'incendie est précoce, la paille encore humide brûle lentement, en dégageant beaucoup de fumée et moins de chaleur. Les jeunes plants souffrent moins, le feuillage des arbustes est roussi mais après le feu il reste souvent des éléments suffisants pour alimenter un deuxième feu tardif

Il est bien peu de régions épargnées par les feux. Tous les ans la savane et la lisière forêt-savane sont presque entièrement la proie des flammes. Les îlots forestiers qui subsistent sont rongés petit à petit.

e) **Répercussions de la présence française sur la production agricole.** — Il est incontestable que l'arrivée et l'installation des Français en Côte d'Ivoire, comme celles de tous les Européens dans toute l'Afrique, ont considérablement augmenté le pouvoir dévastateur de l'homme.

La paix, en apportant la sécurité, a profondément modifié la vie des peuples africains. Autrefois, de grandes régions d'insécurité séparaient les tribus qui gerroyaient. Ces régions n'étaient pas cultivées

par crainte des embuscades et des pillages. Elles formaient de vastes réserves naturelles où la nature n'était pas troublée.

La sécurité a rendu possible les échanges et les déplacements. Les cultures se sont développées, de nouvelles cultures ont été introduites (caféiers, cacaoyers, bananiers) et multipliées, tant par les Européens que par les Africains. L'enrichissement du pays, condition de tous les progrès économiques et sociaux, en a été l'heureuse conséquence, mais on peut regretter que l'augmentation de la production ne se soit faite qu'au détriment du sol et pratiquement sans aucune restitution de matières nutritives.

Sans doute, les premiers progrès dans ces territoires sans grandes ressources, sans voies de communication, étaient-ils à ce prix et, d'ailleurs, les richesses naturelles accumulées par les siècles permettaient cette exploitation à sens unique.

Ce stade est aujourd'hui dépassé. Poursuivre ces pratiques serait gaspiller et dilapider le capital foncier du territoire. Tout progrès dans la production agricole, s'il conservait ce caractère anarchique, serait désormais éphémère et payé ultérieurement bien au-delà des profits temporaires qu'il aurait procuré.

f) **Evaluation chiffrée des cultures.** — Les renseignements fournis par le tableau proviennent des enquêtes effectuées par les agents du Service de l'Agriculture.

Pour les cultures vivrières, les superficies annuelles sont multipliées par le coefficient moyen de 5 pour tenir compte du nomadisme des cultures.

III. — POSSIBILITES DE CONSERVATION DU SOL.

Les possibilités effectives de conservation du sol sont assez limitées. On se heurte surtout à l'inertie et à l'incompréhension du cultivateur africain.

Dans les cultures industrielles (cacaoyer, caféier, bananier), les planteurs européens commencent à employer des méthodes de culture intensive. Les techniques culturales se perfectionnent, l'emploi des plantes de couverture et des fumures se répand. Les planteurs africains pourront être gagnés par l'exemple, Certains semblent s'y intéresser dès maintenant. Mais les progrès seront certainement très lents.

En dehors de ce cas particulier, une amélioration des procédés culturaux paraît difficile à obtenir rapidement. Nous devons entrer en lutte avec des coutumes. Les notions d'assolement, d'engrais verts, de plantes de couverture, la fabrication du fumier de ferme ou du fumier artificiel, ne sont pas encore à la portée du cultivateur.

Ces améliorations sont liées en partie à une amélioration simultanée de l'élevage. De ce côté, les possibilités apparaissent également restreintes. Il est difficile de trouver de véritables éleveurs d'une part et d'autre part les maladies spécifiquement tropicales (Trypanosomiases) ralentissent l'accroissement du cheptel.

Dans quelle mesure pouvons-nous actuellement mettre en œuvre les moyens de conservation du sol? C'est ce que nous allons voir dans les lignes qui suivent.

A. — ROLE DE L'AGRONOME.

a) Suppression ou limitation de certaines cultures.

1) CULTURES VIVRIÈRES.

Il paraît momentanément impossible de réduire la culture des plantes vivrières; le territoire doit suffire à ses propres besoins, toute importation étant actuellement exclue.

Or, ces besoins augmentent constamment en qualité et en quantité. La population ayant le désir très naturel d'améliorer son alimentation à mesure que ses ressources et sa richesse se développent.

C'est ainsi que de jour en jour, la demande pour le riz, considéré il y a quelques années seulement, comme un produit de luxe, s'accroît considérablement alors que les tubercules, et notamment le manioc, ne sont plus guère appréciés.

En dehors de la culture du riz qui est particulièrement néfaste au sol, les besoins de la Colonie sont satisfaits surtout par la banane-plantain, le manioc, l'igname, le maïs et enfin les mils qui occupent une place importante dans la partie limitrophe du Soudan (Cercle de Korhogo). Ces cultures sont à l'origine d'un déboisement intensif.

La banane-plantain très cultivée dans toute la zone forestière est épuisante, mais elle assure un couvert satisfaisant du sol.

Il n'en est pas de même pour le manioc. Cette plante formait la base de l'alimentation des populations de la Basse-Côte d'Ivoire et y occupe une place importante. Sa culture qui nécessite un minimum de soins est de ce fait très prisée, mais elle amène un épuisement très rapide du sol. Le retour trop fréquent du manioc sur le même sol le rend pratiquement stérile pour de nombreuses années.

L'Igname, très important en moyenne Côte, le maïs et le mil sont, eux aussi, épuisants.

Il apparaît donc très difficile de réduire les surfaces consacrées aux plantes vivrières. On ne peut parvenir à une solution que par le développement de la culture du riz de marais, complétée par des importations et par l'aménagement d'assolements rationnels.

La culture du riz de marais préconisée depuis plus de quinze ans, n'a pas fait de grands progrès en dehors des régions où elle existait déjà.

Le riz de bas-fonds n'est guère apprécié que pour sa précocité qui lui fait jouer un rôle de soudure entre deux récoltes principales de produits vivriers. Il est regrettable que cette culture ait été ainsi déviée de son objet, qui était l'abandon progressif des riz de culture sèche. Les mêmes cultivateurs font maintenant simultanément les deux cultures.

En Basse-Côte, cette culture a bien l'inconvénient de conduire à une récolte en pleine saison des pluies, mais malgré cet inconvénient, que l'on pourrait d'ailleurs éviter si la soudure était assurée, la culture du riz de bas-fonds doit continuer à retenir l'attention et la propagande à son égard est à intensifier.

Les possibilités de succès paraissent assez limitées en zone forestière. Dans le Cercle de Korhogo et dans celui de Bouaké cette culture a déjà pris une place très importante, et est même souvent pratiquée avec repiquage On peut dire que l'on a tiré parti de presque toutes les vallées dans le Cercle de Korhogo.

La culture du riz de marais est un gros progrès sur la culture sèche. Elle permet de tirer un excellent parti des fonds de vallées inutilisables autrement. Elle donne, surtout avec la pratique du repiquage, des rendements très supérieurs. Les procédés de culture mécanique sont susceptibles de s'appliquer, mais dans une mesure assez limitée pour la culture avec le repiquage.

Son développement éventuel est restreint en fonction des emplacements favorables à l'établissement des rizières qui restent disponibles dans la région où elle est en faveur. D'autre part, cette culture exige une main-d'œuvre abondante lors du repiquage. La mécanisation du traitement du paddy libérerait bien des bras, mais à une époque où ils n'ont guère d'autres emplois.

Un très gros effort reste à faire en ce qui concerne la sélection. Le choix de variétés à gros rendements est des plus délicat, car elles sont toujours fort exigeantes pour l'eau; dans le Nord de la Colonie, les conditions atmosphériques sont très variables, la rizière est parfois submergée pendant une assez longue période, tandis que d'autres années sont relativement sèches : il sera donc prudent de conserver plusieurs des variétés très nombreuses actuellement en culture pour avoir une sorte d'assurance par les variétés rustiques contre les variations qui peuvent atteindre les variétés plus sélectionnées.

2) CULTURES INDUSTRIELLES.

Lorsque dans une culture industrielle les sujets se révèlent insuffisamment productifs, ou lorsqu'une baisse des cours donne un prix

de vente inférieur au prix de revient, il se manifeste une tendance naturelle à la négligence et même à l'abandon des plantations, c'est la ligne de conduite normale du cultivateur africain aux réactions instinctives, et ce, sans intervention étrangère d'aucune sorte. Il y a lieu alors d'envisager la reconstitution de la sylve primitive par des moyens que nous envisagerons plus loin.

De nombreux déboires ont été causés par un mauvais choix du terrain; il ne faudrait pas laisser créer de nouvelles plantations sur des sols insuffisamment riches. Par exemple, le cacaoyer est très exigeant pour la profondeur du sol. Une plantation de cacaoyers faite sur un sol trop mince et trop pauvre, est exposée dans un délai très bref à une baisse de rendement telle que l'exploitation n'est plus rentable, même si elle est temporairement d'un bon rapport. Les incidences du marché international peuvent amener une baisse des cours et il y a toujours intérêt à être placé dans les conditions d'exploitation les plus favorables.

b) **Amélioration des procédés culturaux.**

Il est possible de conserver et même de restaurer dans une certaine mesure la fertilité du sol. Des procédés ont fait leurs preuves à cet égard, mais il est fort difficile de les faire entrer dans les mœurs du paysan africain.

1) Assolements et rotation des cultures.

La notion d'assolement pour autant qu'elle existe chez les Africains est très différente de la nôtre. Le plus souvent après la succession traditionnelle des plantes vivrières sur un terrain nouvellement défriché, le sol est abandonné et n'est repris pour de nouvelles cultures qu'après un intervalle variable qui a permis sa régénération plus ou moins complète.

La rotation est donc pratiquée, la jachère morte qui sépare les cultures dure quatre, cinq, huit ou dix ans, et davantage, en fonction des ressources du pays en terrains boisés, semi-boisés, ou en savanes-parcs, et de la densité de la population.

Une telle pratique n'est pas parfaite et devrait être améliorée. Il semble que, par exemple, l'assolement du type suivant serait de nature à réduire dans une certaine mesure la déforestation et à revaloriser le sol par l'introduction sur une plus large échelle des cultures de légumineuses, peu exigeantes et enrichissantes en azote, dont la place est généralement très restreinte.

Première année : Tubercules (Manioc, Igname, Taros).

Deuxième année : Légumineuses alimentaires (arachides, haricots).

Troisième année : Céréales (Maïs ou mil).

Quatrième à sixième année : Jachère morte ou plante de couverture pérenne.

La septième année, la parcelle pourrait donc être remise en culture et deux blocs identiques assureraient donc la subsistance d'une famille. Mais la vulgarisation d'un assolement est très délicate et il est bien difficile de réussir uniquement par la persuasion. Autant dire qu'il n'y faut pas compter pour le moment.

2) Plantes de couverture.

Les plantes de couverture commencent à être appréciées par les planteurs européens, mais leur emploi n'est pas encore généralisé. Il s'est trouvé retardé par quelques mécomptes, notamment dans les caféiers (*Leucaena* envahissant, *Pueraria, Calopogonium* grimpants), qui ont entraîné une certaine méfiance des planteurs, alors qu'ils pensaient pouvoir réduire les travaux d'entretien. Les stations agricoles jouent un grand rôle dans la vulgarisation de ces plantes et dans la distribution de leurs semences.

Les plantes de couverture peuvent être enfouies comme engrais vert, mais il faut pratiquer la motoculture si l'on veut obtenir un prix de revient assez bas et prendre certaines précautions pour la date de l'enfouissement, afin d'assurer une reproduction naturelle et d'éviter la dénudation et l'insolation excessives pendant les périodes de séche-

3) Fumures.

Les engrais verts. — Leur emploi généralisé sera très difficile, car l'Africain dispose d'une main-d'œuvre et d'un outillage réduits. En outre, il est actuellement impossible de faire saisir l'utilité d'une telle culture; l'engrais vert ne se mangeant pas et ne donnant pas de récolte. Par contre, l'idée et la pratique ont fait de sensibles progrès chez les planteurs européens comme nous venons de le voir.

Fumier de ferme. — En général, on l'ignore. Le cheptel est très réduit et les méthodes d'élevage sont fort rudimentaires. On se contente d'épandre les déjections dans les enclos proches des villages pour pratiquer certaines cultures (tabac). La fabrication et le transport du fumier sont considérés par certaines races ou tribus comme des besognes dégradantes.

Les engrais chimiques. — Ils étaient employés par certains planteurs européens avant les hostilités, surtout pour les bananiers (Importations en 1939 : engrais azotés 140 tonnes, Engrais phosphatés 700 tonnes). La guerre a arrêté ces importations, qui reprennent à l'heure actuelle. L'emploi des engrais devient systématique chez les planteurs de Bananiers et se généralise pour les Caféiers, mais unique-

ment dans le milieu européen et les progrès seront lents chez les Africains.

B. — ROLE DE L'ELEVEUR.

Il ne nous appartient pas de développer cette question, mais nous devons noter qu'inciter l'autochtone à faire des parcs pour ses animaux et l'engager à leur distribuer une nourriture complémentaire, ce serait supposer être en présence d'éleveurs dignes de ce nom; or, la plupart du temps il n'en est rien. Il faudra certainement longtemps pour faire comprendre aux propriétaires d'animaux de la Côte d'Ivoire la nécessité de mieux traiter le bétail pour en tirer le meilleur parti. La question de la fabrication et du transport du fumier de ferme se poserait alors, mais il est évident qu'un grand pas serait fait

C. — ROLE DU FORESTIER

Nous n'étudierons aussi cette question que dans ses rapports directs avec l'action de l'agriculture.

a) Réserves.

Nul ne conteste aujourd'hui l'utilité des réserves forestières qui ont été constituées. En dehors de ces réserves, les abattages inconsidérés détruisent un tonnage considérable de bois de valeur, qui ferait souhaiter leur extension.

Mais la question de mise en réserve est assez délicate. Les villages voisins des réserves ne trouvent pas toujours des terrains étendus et convenables pour certaines de leurs cultures. D'autre part, la mise en réserve massive risquerait d'entraîner la disparition totale des forêts non classées.

Certains envisagent un classement plus souple. Des déclassements pourraient être prononcés sur avis du Service des Forêts et du Service de l'Agriculture, pour l'établissement des cultures vivrières. La protection pourrait s'étendre à la période de mise en jachère des terrains vivriers communaux.

Un essai vient d'être fait à ce propos en Côte d'Ivoire dont les résultats sont à suivre.

Dans la région de Man, les deux services se sont mis d'accord pour poursuivre des enquêtes auprès des villages situés à proximité des réserves et qui se plaignaient du manque de terrains de culture.

Après justification de ces demandes, des projets d'enclaves ont été soumis et de nouvelles limites conventionnelles tracées. D'une façon générale ont été déclassés tous les terrains de bas-fonds et, dans les cas d'insuffisance, tous les terrains plats en bordure des zones montagneuses, à l'exclusion de tous terrains en pente. Les superficies cul-

tivables ont été calculées suivant le nombre d'habitants de façon à procurer des emplacements suffisants à chacun, à raison de 3/4 d'hectare par tête, à conserver deux années consécutives en culture, en pratiquant une rotation de quinze années, soit environ cinq hectares par personne.

Simultanément, afin de faciliter et d'activer la régénération des sols ainsi cultivés, il a été prévu le reboisement provoqué de ces sols par les utilisateurs eux-mêmes au moyen d'essences à croissance rapide telles que Framiré *(Terminalia ivorensis)*, *Cassia*, dont les semences doivent être livrées par le Service des Eaux et Forêts.

b) REBOISEMENT.

On pourrait envisager un reboisement partiel des plantations arbustives vétustes : dans quelques années, de nombreuses plantations de cacaoyers seront arrivées à leur terme et beaucoup seront abandonnées. Il y aurait évidemment intérêt à planter des essences de valeur qui prendraient sur la brousse secondaire une grande avance et pourraient, pendant les premières années, bénéficier du couvert et de la protection du cacaoyer. Mais de telles plantations ne paraissent pas faciles à établir : qui les fera? A qui appartiendront les arbres dans quelques années, lorsqu'ils deviendront exploitables?

D. — ROLE DE L'INGENIEUR

Les travaux de drainage, de régularisation des cours d'eau, ainsi que les travaux d'irrigation ne peuvent guère être entrepris que par l'Etat ou le Territoire, avec des moyens très puissants, car les frais de main-d'œuvre sont prohibitifs à l'heure actuelle. Cependant, dans le Cercle de Korhogo, des aménagements de rizières pourraient être entrepris à l'échelle familiale.

E. — ROLE DE L'ADMINISTRATEUR ET DU LEGISLATEUR.

Ce rôle devrait être capital, malheureusement en l'état actuel des choses, il est souvent négligeable. La réglementation si justifiée soit-elle, reste souvent lettre-morte.

Toute une réglementation a ainsi été élaborée pour la répression des feux de brousse. Elle s'est montrée inopérante dans de nombreuses régions et parfois dangereuse. Si l'application est sévère, les incendies qui finissent toujours par se déclarer en fin de saison sèche à la moindre imprudence ou malveillance, sont très graves. Le feu est alors très violent et étendu, la stérilisation du sol est très poussée et les herbes repartent moins vite à la saison des pluies.

Il s'agit de savoir si la réglementation est capable d'*empêcher réellement* l'incendie. Si le mal est inévitable, il y aurait peut-être intérêt à provoquer des feux de brousse précoces, beaucoup moins

meurtriers, mais il faut encore bien connaître le pays pour ne pas commencer trop tôt et risquer un second incendie tardif.

On pourrait essayer de limiter les dégâts :

a) par une autorisation de mise à feu se situant à une époque déterminée au début de la saison sèche, avec interdiction, sous peine d'amendes collectives aux villages, de brûler en dehors de ces limites.

b) par la constitution de pare-feu, tels qu'ils existent déjà pour de nombreuses réserves, destinés à protéger les zones de reboisement.

Ces mesures nécessiteraient une stricte discipline contrôlée par une police organisée et nombreuse. L'action néfaste des feux de brousse est telle que ces mesures devraient être envisagées avant que les dégâts prennent trop d'extension, ce qui reculerait et rendrait d'autant plus difficile et ardue la régénération future de ces sols.

Sans doute, l'instruction et l'éducation de la masse paysanne, serait à ce sujet comme pour beaucoup d'autres la meilleure solution, mais elle ne pourra pas intervenir avant de longs délais; des mesures conservatoires sont nécessaires en attendant.

CONCLUSION.

Mesures pratiques et effectives intervenues ou à intervenir.

Nous venons de voir qu'il y a quelques possibilités effectives de freiner la dégradation du sol, dont l'évolution prend dans certaines régions une rapidité inquiétante.

S'il est pratiquement très difficile de toucher la masse des cultivateurs africains, pour améliorer leur système cultural, le planteur européen est plus facile à atteindre.

Au cours des dernières années, des primes de soutien pour la culture du caféier avaient été instituées. Les primes étaient accordées aux plantations qui présentaient des garanties suffisantes en ce qui concerne le choix du terrain, la compacité des pieds, l'entretien général, la taille, etc .

Pour encourager la plantation du cacaoyer, un système de primes doit également intervenir prochainement. Il imposera certaines conditions du même ordre aux plantations qui voudront en bénéficier.

Nous avons vu que les Services des Eaux et Forêts et de l'Agriculture avaient étroitement collaboré dans la région de Man. Cet effort sera poursuivi pour tenter de sauvegarder la forêt, particulièrement menacée dans cette région, où le relief accentué accroîtrait les conséquences de sa disparition.

Les efforts tentés pour sauvegarder le patrimoine foncier de la Colonie n'ont pas eu jusqu'ici tout l'effet qui en était attendu. Cependant, il n'y a pas encore de territoires perdus pour l'agriculture en

Côte d'Ivoire. On tend vers une forme de culture intensive pour le Caféier, le Cacaoyer, et surtout le Bananier. Cette forme de culture limitera les défrichements, accroîtra les rendements et s'approchera très sensiblement des procédés d'exploitation les plus rationnels de la terre d'Afrique.

Les cultures vivrières, par contre, et en particulier le riz, présentent un très grave danger. Une politique doit être déterminée et suivie à leur égard. Elle permettra de freiner les dégradations dont l'extension présente depuis quelques années un caractère inquiétant.

Les bases de cette politique devraient être les suivantes :

1) une œuvre éducative et de vulgarisation de longue haleine et à échéance lointaine portant essentiellement sur :

— l'introduction d'une rotation et d'un assolement réguliers pour les cultures de plaine;

— le développement au maximum de la culture du riz en marais, autant que possible avec repiquage;

— la réduction, jusqu'à disparition complète de la culture sèche du riz en plaine, et surtout en région accidentée;

2) pour l'immédiat, la reprise aussi rapidement que possible de l'importation, pour le ravitaillement, de vivres, essentiellement de riz, des cultures riches de la Basse-Côte. Ce riz pourrait peut-être venir à brève échéance des cultures irriguées du bassin intérieur du Niger.

Ainsi, croyons-nous, seraient facilités puis assurés l'évolution et le progrès de l'agriculture locale vers des méthodes rationnelles plus scientifiques, dignes d'un pays qui doit figurer en bonne place et prospérer dans l'Union française et le monde moderne civilisé et pacifié de l'avenir.

2e SECTION.
GROUPE I.

COMMUNICATION N° 74.

La dégradation des sols dans les Territoires d'outre-mer

Enquête en Afrique occidentale française et au Cameroun

par

GUILLOTEAU,
Ingénieur agronome, Ingénieur principal
des Services d'Agriculture aux Colonies.

Dès le début de l'année 1945, presque aussitôt après son installation au Ministère de la France d'Outre-Mer, la Direction de l'Agriculture lançait dans les territoires d'outre-mer une enquête portant sur la dégradation des sols et sur les moyens d'assurer leur protection.

L'objet de cette enquête était le suivant :

— Tout d'abord, établir un bilan d'ensemble des dévastations subies par les terres cultivables de nos territoires d'outre-mer (Afrique du Nord non comprise), du fait des déboisements, des feux de brousse et de l'extension ou simplement de la pratique des cultures.

— Obligatoirement assez sommaire, vu les courts délais impartis aux enquêteurs, ce bilan devait s'efforcer de discriminer les dévastations déjà accomplies avant notre arrivée, des dévastations causées depuis, ou sinon, de distinguer les zones où les dévastations étaient parvenues à leur terme (le critère étant l'impossibilité d'y établir une culture quelle qu'elle soit), de celles où elles étaient simplement en cours.

— Ensuite, permettre de rassembler les avis de tous les services techniques intéressés, de confronter ces divers points de vue et d'en tirer des conclusions pour l'application pratique, à chaque secteur de lutte, des mesures générales préconisées.

Il devenait possible, ainsi, de se faire une idée assez précise de l'état d'épuisement des terres cultivées des diverses régions climatiques de nos territoires d'outre-mer, d'en déterminer les zones les plus menacées et de tirer de toutes ces données l'ordre d'urgence des mesures à appliquer.

I. — ASPECT DU PHENOMENE DE DEGRADATION DES SOLS.

Le dépouillement des réponses montre que la dégradation des sols tropicaux revêt de multiples aspects et qu'elle est aussi variable dans l'espace que le sont, dans le temps, les conditions de son développement et la rapidité d'évolution de son processus. Elle dépend essentiellement du climat, et surtout du micro-climat de chaque lieu considéré, de la composition physique et chimique des sols sur lesquels elle s'exerce, de leur état d'évolution, de leur situation topographique, de leur modelé, de leur exposition. Elle dépend enfin, de la végétation ou des cultures que ces sols supportent ou ont été appelés à supporter et, par là, se trouve directement placée sous l'influence de l'homme qui, en définitive, se révèle comme étant de loin, le plus efficace et le plus déterminant de tous les facteurs de dégradation.

Les multiples aspects de ce phénomène, ou plus exactement ses divers degrés, correspondent aux variations individuelles ou concomitantes de tous les facteurs en jeu. Ils appellent donc de multiples solutions qui, proscrivant absolument la solution passe-partout, devront être régionales et adaptées à des situations bien définies tout en restant déterminées et orientées par quelques grandes idées générales ou quelques grands principes d'action suffisamment larges pour ne pas en gêner l'application pratique.

Les divers moyens de lutte mis en œuvre découleront logiquement de l'étude des dégâts et en particulier, de leur nature, de leur étendue et de leurs causes initiales et secondaires.

Cependant, tous les aspects de la dégradation des sols ont cela de commun qu'ils se marquent partout sur le terrain, par la pauvreté et la spécialisation outrancière des associations végétales susjacentes. Souvent même, celles-ci finissent par disparaître totalement. Aussi, l'étude de ce phénomène se confondra-t-elle, en de nombreux cas, avec l'étude de la déforestation qu'en l'état actuel des agricultures autochtones et de l'utilisation des boisements, la dégradation des sols accompagne et suit nécessairement.

II — NATURE DES DEGATS. — LEUR CONSTATATION « IN SITU ».

La dégradation des sols, au sens large du mot, se présente partout comme un processus géologique normal d'évolution des sols, accéléré par des interventions étrangères aux conditions de climat. Ces conditions de climat étant en elles-mêmes, par leurs excès, tant sous les tropiques que dans la zone de l'équateur, des facteurs d'évolution rapide et profonde pour les sols qui les subissent, l'immense danger que ce phénomène fait courir aux territoires d'outre-mer réside en sa rapidité d'évolution.

Cette dégradation procède de deux phénomènes bien distincts : tout d'abord l'érosion, au sens géologique du mot, l'érosion sous toutes ses formes : éolienne, en nappe ou de surface, l'érosion creusante, etc., qui modifie les profils et décape les sols jusqu'à laisser à nu la roche mère ou les formations ferrugineuses et latéritiques sous-jacentes; ensuite, la dégradation physico-chimique des sols, dégradation « sensu stricto », qui appauvrit l'ensemble du profil et le rapproche du terme où il sera sans vie, en modifiant profondément la structure physique et la composition chimique des divers horizons.

Souvent simultanées, se favorisant parfois l'une l'autre, parfois se contrariant, ces deux actions aboutissent toujours au même résultat : rendre impossible à l'homme l'utilisation d'un sol donné pour en tirer sa subsistance ou celle de ses animaux domestiques.

De ces deux actions, la première est la plus spectaculaire, la plus visible, la mieux marquée sur le terrain. On la connaît, on l'a étudiée sous tous les climats et l'on a mis au point diverses méthodes de lutte parfaitement applicables à nos territoires d'outre-mer.

La seconde, plus généralisée que la première, est plus insidieuse dans ses effets, plus cachée, mais extrêmement dangereuse car, stérilisant progressivement les sols, elle ouvre la voie à une érosion mécanique accélérée en y raréfiant la végétation et, bien avant que les roches mères, les croûtes ferrugineuses ou les cuirasses latéritiques soient venues affleurer à la surface, soustrait aux cycles culturaux d'immenses étendues de terres précédemment fertiles.

Cette dégradation (sensu stricto) dont le processus physico-chimique est loin d'avoir été, dans tous les cas, complètement élucidé et qu'aucune méthode physique ou chimique ne permet encore de mesurer, se marque, «in situ», par ses effets sur la végétation spontanée ou sur les cultures qui servent, en quelque sorte, de test biologique et de méthode de mensuration purement empirique, certes, mais cependant relativement précise pour un observateur exercé.

C'est d'ailleurs, en dernière analyse, le seul critère sur lequel nous puissions nous appuyer pour juger de l'état d'avancement de la dégradation de tel ou tel sol.

Le point de départ étant un équilibre « sol-végétation-climat » ou bien encore un sol en lente évolution sous l'influence du climat et de la végétation sus-jacente, le processus de dégradation est déclenché par la rupture de cet équilibre ou de cet état, consécutive à des déboisements inconsidérés ou à des défrichements culturaux. Il est ensuite entretenu, accéléré, par l'état de dénudation permanent ou périodique des terres épuisées par des cultures abusives et soumises à l'action périodique des feux de brousse.

Du point de vue « végétation », à partir d'une association végétale du type « forêt primaire » ou « grande forêt », ce même phéno-

mène de dégradation du sol se marque typiquement, dans un pays à climat « guinéen » classique (une saison des pluies de 5 mois, 5 mois 1/2, une forte saison sèche de 6 mois 1/2, 7 mois), par le passage à des associations végétales du type « forêt secondaire », puis du type forêt claire avec apparition parfois de « l'impérata », forêt claire se transformant rapidement en savane du type dit « pyrophile » avec prédominance de graminées annuelles, puis de graminées pérennes, d'abord en tapis à peu près continu, puis en touffes de plus en plus espacées les unes des autres, jusqu'à disparition complète de toute végétation, tant du fait de l'érosion que des feux de brousse. Le terme ultime en est la dénudation complète soit d'un sol incapable de porter quelque végétation que ce soit, soit d'un sous-sol stérile, soit d'une cuirasse ferrugineuse ou de la roche mère.

Ce processus inéluctable de dégradation des boisements qui fait toujours se succéder sur un même sol des associations végétales de plus en plus pauvres, de plus en plus ouvertes, de plus en plus lâches, jusqu'à l'installation définitive d'une savane pyrophile dépourvue de tout boisement digne de ce nom, est général sous les climats à longue saison sèche où l'action des feux de brousse peut se faire sentir. Il cesse de se produire, ou tout au moins diminue beaucoup d'intensité, dans les zones où ne pénètrent pas les feux de brousse. Là, si la plupart du temps la forêt secondaire se reconstitue plus ou moins facilement, il arrive également assez souvent que le sol soit envahi par « *l'Imperata cylindrica* » ou bien encore devienne progressivement incapable de porter ou de continuer à porter des plantations ou des récoltes et soit ainsi perdu pour l'agriculteur. C'est un autre processus de dégradation des sols qui a joué, non moins efficace ni moins rapide que le premier où l'épuisement des horizons supérieurs par les eaux d'infiltration conduit à la podzolisation des profils.

Dans ces divers phénomènes, certains ont voulu ne voir qu'une dégradation de la végétation, ce qui reviendrait à affirmer qu'une association végétale est incapable de se reconstituer par elle-même, tout au moins actuellement, sous ces climats. Ce serait poser en principe que tous les boisements actuels sont des boisements « témoins » en état d'équilibre instable que la moindre variation d'un des facteurs écologiques suffit à rompre. Ce serait donc admettre implicitement une évolution générale de tous ces climats, et, précisément, dans le sens d'une plus grande sécheresse. Or, les expériences de mise en « défens », chaque fois qu'elles ont été scrupuleusement exécutées (tant dans la zone sahélienne, soudanienne, guinéenne que forestière) prouvent que si la grande forêt ne se reconstitue pas (il lui faudrait vraisemblablement infiniment plus de temps que n'en ont duré jusqu'ici les essais), des boisements intéressants, allant jusqu'à la forêt secondaire, sont capables de coloniser à nouveau le terrain en des temps variables suivant les régions, mais cependant suffisamment

brefs pour que l'on puisse envisager d'en faire des applications à la pratique.

Dans un ouvrage sur la Forêt coloniale (les Forêts de l'A. O. F.), M. A. Aubréville, Conservateur des Eaux et Forêts, étudiant cette question, a pu dire : « Il est probable que les modifications climatiques qui ont pu survenir durant les temps historiques sont imperceptibles et qu'elles n'ont pu amener aucune altération sensible des conditions de la végétation ».

Si donc après le premier déboisement et consécutivement à la mise en culture des champs ainsi préparés, la végétation a de la peine à se rétablir, c'est que, pendant ce laps de temps, il s'est produit une dégradation du sol suffisamment marquée pour ralentir et, après plusieurs retours des cultures sur le même terrain, pour entraver complètement le processus de reboisement qui, sans ce facteur et sans les feux de brousse, reconstituerait, en général, assez rapidement, un couvert presque aussi important que le couvert primitif, la forêt primaire mise à part, bien entendu.

Il est nécessaire à ce sujet de citer ici tout un passage de l'ouvrage de M Aubréville sur la Forêt coloniale :

« Il est probable que les modifications climatiques qui ont pu survenir durant les temps historiques sont imperceptibles et qu'elles n'ont pu amener aucune altération sensible des conditions de la végétation La question est fort controversée, mais jusqu'à présent, écrit M. A. Berthelot, pour le climat du Nord de l'Afrique, nous pensons comme Gautier et Gsell qu'aucun argument solide n'a été fourni en faveur de la thèse d'une modification du climat et de ses principaux éléments. Ceux-ci sont conditionnés par des faits d'un caractère très général et dans lesquels nul changement grave n'a été authentiquement constaté au cours de la brève histoire.

A la suite de ces conclusions, on pourrait être tenté de déduire que, puisque le déboisement de l'Afrique Occidentale Française est un fait dûment constaté et si le climat n'a pas varié depuis vingt ou trente siècles, le déboisement a donc été sans effet sur les facteurs climatiques. En réalité, le déboisement, si l'on considère non pas un secteur, de faible étendue, qui peut être totalement déboisé et dénudé, mais tout un vaste pays à population clairsemée et dont par conséquent la partie défrichée ne représente qu'une fraction relativement faible de l'ensemble, le déboisement ainsi considéré ne peut avoir qu'une influence climatique lente à se manifester. Il n'y a rien d'étonnant que des statistiques portant sur un siècle à peine, ne l'enregistrent pas.

D'ailleurs, la diminution de la pluviosité qui serait due à une dénudation totale du pays, serait vraisemblablement de beaucoup inférieure à 20 %, taux mesuré dans certaines expériences comparatives

de pluviosité entre stations boisées et stations non boisées voisines, surtout dans les steppes boisés sahéliens et même dans les savanes soudanaises. Répartie sur des siècles, et si l'on tient compte que le déboisement n'a pas amené encore de dénudation complète, on voit combien il serait délicat de la faire ressortir par des chiffres de pluviométrie. Ces faibles changements climatiques cependant, s'ils ne paraissent pas susceptibles de modifier sensiblement des formations forestières climatiques, peuvent avoir de grosses conséquences sur l'habitabilité des pays, où quelques pluies de plus ou de moins font de belles récoltes ou les compromettent. C'est le cas des pays sahéliens et même soudaniens, du Sénégal surtout où le cultivateur indigène ne dispose que de quelques journées de pluies utiles, par an, pour semer ses arachides. Si l'on tient compte par ailleurs, des précipitations occultes et de l'humidité atmosphérique dues aux forêts, ainsi que de leur action sur le régime des cours d'eau, on conçoit combien, sans perturber gravement le climat en général, la disparition de l'état boisé d'un pays peut réduire beaucoup son habitabilité ». — (A. Aubréville, « La Forêt coloniale. »

Ce n'est donc pas une question de climat qui empêche les boisements détruits de se reconstituer mais une question de sol. C'est, plus exactement encore, une question d'exploitation du sol qui, plus que toute autre, influe sur l'habitabilité des diverses régions. La disparition de l'état boisé n'en est qu'une conséquence. Elle ne fait que souligner l'épuisement des meilleurs sols et la disparition de l'humus forestier. Elle signifie pour le cultivateur la quasi-impossibilité de retrouver des terres riches et marque pour lui le début d'un cycle de maigres récoltes et l'obligation, à plus ou moins longue échéance, d'aller au loin chercher de nouvelles terres et de nouveaux boisements, car, dans l'état actuel de leurs coutumes culturales, les indigènes, n'ayant que la jachère boisée pour enrichir et reconstituer leurs sols, doivent émigrer dès qu'elle ne se reconstitue plus.

C'est ce fait, beaucoup plus que tout autre, qui a contribué et contribue chaque jour à rendre inculte puis à priver progressivement de toute vie végétale, animale, humaine et à transformer en désert, si le climat s'y prête, de vastes régions autrefois habitées et cultivées.

III. — BILAN REGIONAL ET CAUSES DES DEGATS.

a) AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

1) Zone sahélienne.

Pour cette zone, définie ainsi que l'indiquent M. le Professeur Chevalier dans son ouvrage : « Le territoire géo-botanique de l'Afrique tropicale Nord occidentale et ses subdivisions », et M. le Conservateur des Eaux et Forêts, A. Aubréville, dans : « La Forêt coloniale », « comme une bande de territoire de 150 à 300 km. de large, limitée

au Nord par la courbe pluviométrique de 200 m/m. qui joint sensiblement le sommet de la boucle du Sénégal au sommet de la boucle du Niger et de là se dirige vers la pointe nord du lac Tchad, et au sud, à peu près, par la courbe pluviométrique de 500 m/m. »... les rapports sont peu fournis, par suite, vraisemblablement, de son faible intérêt agricole pour l'ensemble des Services de la Fédération.

Et cependant, les phénomènes de dégradation du sol sont extrêmement intéressants à étudier, tant en eux-mêmes que parce que la zone où ils se manifestent englobe toute la région Nord du Sénégal comprenant tout ou partie des cercles de Louga, Podor, Matam, Bakel et Linguéré, la plus grande partie de la zone d'action de l'Office du Niger, ainsi qu'une vaste portion de la colonie du Niger et, notamment, toute la partie Nord des cercles de Dori, Niamey, Birni-Nkoni, Maradi et Zinder, la plus grande partie du Cercle de Tillabery, le sud des cercles de Tahoua, de Tanout et une bande de 100 à 200 km. de large du cercle de Gouré, située de part et d'autre de la ligne Gouré-Mainé Soroa.

Dans cette vaste région, la dégradation des sols se traduit par deux mouvements très nets de déplacement des cultures qui, chose curieuse, se font en sens inverse : au Sénégal, déplacement de la zone de culture des arachides vers le Siné Saloum et la Casamance, donc vers le Sud puis vers l'Est; au Niger, déplacement vers le Nord, Nord-Est des cultures vivrières des zones les plus peuplées de cette colonie, celles de Dori, Niamey, Dosso, Birni-Nkoni, Madaoua, Maradi, Tessaoua, Magaria, Zinder.

Au Sénégal, un premier mouvement de ce genre avait été signalé déjà par M. Yves Henry, Inspecteur Général de l'Agriculture. Dans son livre « Irrigations et cultures irriguées en Afrique Tropicale, édité en 1918, il écrit ce qui suit à propos des terres *fondé* et des *terres de berges*. « Malgré cela (il s'agit de leur constitution), il faut bien admettre qu'elles contiennent les éléments d'une fertilité soutenue, puisque nos cultivateurs, depuis des siècles, y pratiquent sans interruption et sans engrais la culture des céréales : riz, sorgho, maïs. L'apport de limon par la crue et l'action propre de l'eau sur la chimie ou la biologie du sol, sont les facteurs de cette production continue *que l'on n'observe plus sur des terres de composition identique mais soustraites à l'inondation* ..

« Même en cultures indigènes, à rotation très larges, ces terres s'épuisent lentement et ne donnent généralement que de faibles rendements. La vallée du Sénégal nous en donne un exemple frappant. Jusqu'à ces dernières années, la rive droite en possession des Maures était restée peu cultivée et fermée aux Noirs du Sénégal. Dès que l'autorité française fut installée en Mauritanie et malgré l'insécurité du début, un exode général de population se fit d'une rive à l'autre, motivé et entretenu *principalement par les rendements des cultures faites dans*

le Chemana. Tous les noirs consultés à ce sujet affirment que les rendements en sorgho y sont presque le double et que la raison en est dans une culture trop prolongée des terres du Sénégal. »

Aujourd'hui, sur cette rive droite tant convoitée, la région Sud de Mederdra est devenue presque complètement stérile et la région du Chemana donne des signes manifestes d'épuisement; seules les terres situées au sud de Sélibaly ont conservé leur fertilité.

Un autre mouvement de déplacement des cultures s'est également produit au Sénégal, mais infiniment plus important et plus remarquable que le précédent.

Aux environs de l'année 1910, la zone de grande production des arachides située depuis 1895, date de l'ouverture de la voie ferrée Dakar-St-Louis, dans le Diambour (Cercle de Louga) et le Cayor (Cercle de Tivavouane), se mit à glisser lentement vers le Sud et vers l'Est, dans le Siné-Saloum et le Baol. La Casamance, à cette époque, commençait seulement à entrer en ligne de compte pour l'exportation.

Avec le temps, ce phénomène ne cessa de s'accentuer et, vers 1930, après avoir continuellement progressé, le centre de production des arachides se fixait dans le Siné-Saloum. A la même époque, la production de la Subdivision de Tivavouane, du Cercle de Thiés et de la région du Baol (Cercle de Diourbel) commençait à décroître pour s'affaisser brusquement à partir de 1935. Quant à la région du Siné-Saloum, elle doublait en 1930 sa production de 1922 et la triplait en 1938, pendant que la Casamance quadruplait la sienne. On assistait ainsi à un véritable déplacement de la zone de culture des arachides motivé, les cultures de la ferme-école de Louga le démontrent, par l'abaissement considérable du rendement dans les régions mises en culture les premières (1). On peut donc en conclure que la culture continue et répétée de l'arachide, telle qu'elle a été pratiquée dans le Cercle de Louga, le Cayor et le Baol (Subdivision de Tivavouane, Cercle de Thiés et Diourbel) et les méthodes culturales consécutives à cette production, ont considérablement dégradé les sols de ces régions et provoqué la décadence agricole que l'on constate à l'heure actuelle dans ces mêmes cercles. Ces faits sont confirmés par les chiffres moyens de rendement des cultures vivrières et particulièrement des mils de ces régions. Ils sont très bas. Ainsi, les rendements du mil vont en général de 300 à 400 kg. au maximum, sauf dans les terres « Oualo » où ils restent d'ailleurs constamment inférieurs à ceux que l'on obtient au Soudan ou au Niger, dans les régions similaires.

(1) Au Nord de la ligne Louga Linguéré, les rendements moyens d'un hectare d'arachides en culture indigène sont estimés à 3 ou 400 kgs. Voilà trente ou trente-cinq ans, les chiffres que l'on donnait, concernant cette région, étaient de 800 à 1.200 kgs.

De 1917 à 1938, soit en trente ans d'exploitation, la production des subdivisions administratives de Thiés et Tivavouane, est tombée de 50 %.

Dans le même ordre d'idées, la vallée du Bounoum, affluent du lac de Guiers, qui en 1937-38 était encore très fertile et produisait en abondance du mil, du maïs et des arachides, ne porte plus actuellement que de très maigres cultures vivrières et des cultures de « pastèques », signe évident de la dégradation de ses sols.

Seules les régions de St-Louis, de Louga et une partie du Baol, de même que la vallée morte du Ferlo, font partie de la zone sahélienne. Cependant, il s'agit là d'un ensemble qu'il est difficile d'étudier par petits morceaux et si le centre actuel de la culture de l'arachide est situé dans la région Kaffrine-Koungueul, bien au sud de la zone sahélienne, il n'en demeure pas moins que son point de départ a été situé dans cette zone.

En résumé, dans toutes les régions étudiées ci-dessus, le grand facteur de dégradation des sols semble bien avoir été la méthode de culture extensive de l'arachide pratiquée par les indigènes avec la succession : arachide, arachide, arachide, mil, jachère de 7 à 10 ans et, plus généralement, les modalités de mise en valeur du sol, qu'il s'agisse d'obtenir des arachides ou toute autre plante vivrière, gros mil, petit mil, etc.

Tout le sens de ces observations se trouve mis en lumière par les remarques suivantes : d'une part, l'arachide est une légumineuse qui, normalement, pourrait être employée comme plante améliorante et, par conséquent, sa culture faite dans de bonnes conditions devrait enrichir le sol. On peut penser alors que, sauf cas d'empoisonnement du sol comme cela se produit pour certaines légumineuses, la culture indigène de l'arachide ne devrait pas être aussi épuisante qu'une culture de céréales, de mil par exemple. Or, on constate qu'il n'en est rien et comme aucun cas d'empoisonnement du sol par cultures successives d'arachides n'a jamais été signalé, (ce qui ne veut pas dire que cela ne peut exister), il faut bien penser que ce sont les méthodes générales de mise en valeur des sols qui sont à incriminer.

D'autre part, la subdivision de M'Bour où l'arachide occupe à l'heure actuelle de 25 à 30.000 Ha., échappe à cette diminution des rendements qui semble être, jusqu'ici, la règle pour toutes les régions du Sénégal où l'on pratique cette culture. Cette région n'est privilégiée ni par son sol ni par son climat, mais elle est habitée et mise en valeur par une population de cultivateurs-éleveurs, les Sérères, qui ont conservé, dans le pays, un taux de boisement très régulier, assez élevé, à base surtout d'acacia. La rotation qu'ils suivent est mil-mil, arachide-jachère, ou mil-arachide-arachide avec assez souvent intercalation d'une sole de « haricots niébés ». Enfin, leurs bêtes, des bovins surtout, nourries sur la jachère pendant la saison des pluies, reviennent pâturer dans les champs dès la fin des récoltes. Ils réalisent ainsi une sorte de « mixed farming » certes encore très loin de la perfection, mais suffisant pour maintenir la fertilité de leurs sols, compte tenu de

l'équilibre qu'ils ont laissé subsister entre la végétation arbustive et leurs cultures. Bien que la subdivision de M'Bour soit située dans une zone de climat nettement soudanien, cet exemple vaut d'être cité.

En ce qui concerne la zone purement sahélienne du Sénégal, il semble bien, en outre, que les méthodes d'élevage, tel qu'il y est pratiqué, augmentent encore les dégâts imputables aux cultures abusives. La plus grande partie du cheptel se trouve dans la partie du Sénégal qui est située au Nord de la voie ferrée Dakar-Niger, et en particulier, pâture pendant la saison des pluies, dans le Ferlo, vaste région dépourvue de toutes cultures, où l'action du bétail ne semble pas, jusqu'ici, avoir été nuisible à la végétation qui s'y trouve. Au milieu de la saison sèche, les troupeaux qui s'y trouvent transhument vers les zones de culture de l'arachide et du mil ainsi que vers le fleuve Sénégal. Le mouvement inverse se produit au début de la saison des pluies. Par suite de ce double mouvement de transhumance, les zones de culture situées près du fleuve Sénégal et du lac de Guiers, à demi dénudées déjà par les pratiques culturales et considérablement appauvries par une production incessante d'arachide et de mil, sont soumises au cours de la saison sèche au parcours du bétail qui, broutant ou arrachant tout ce qu'il trouve encore d'un peu vert, parachève la dénudation commencée par le cultivateur et empêche toute régénération de la brousse arbustive soit par rejet, soit par semis naturels. De plus, dans les zones un peu boisées, les pasteurs se livrent à un ébranchage inconsidéré des arbres qui conduit à une régression marquée des peuplements.

Si l'on considère que le cheptel du Sénégal comporte, en période normale, environ deux fois plus d'ovins et de caprins que de bovins, on ne peut manquer de saisir toute l'étendue des dégâts ainsi causés A tout cela, il faut ajouter les feux de brousse dont l'ampleur est déjà considérable dans les parties les plus méridionales de la zone sahélienne (ils sont presque absents de la partie nord) et dont les néfastes effets aggravent encore l'état des zones dégradées.

En suivant vers l'est cette zone sahélienne, on peut constater que dans sa partie soudanaise, elle semble beaucoup moins atteinte. La population y est peu dense comparée à celle de la zone correspondante du Sénégal, composée surtout de nomades dont la proportion diminue à mesure que l'on descend vers le sud du Sahel, dans ce qu'on a pu appeler « la zone subsahélienne » et qui fait transition entre le vrai Sahel et le vrai Soudan. L'agriculture sédentaire, qui fait son apparition dans cette zone, y reste précaire, sauf dans la région de Yelimané, Nioro, où le bassin supérieur de la Kolombiné permet des cultures intéressantes sur ses zones d'inondation.

Dans tout ce vaste territoire, les dégâts actuels sont peu marqués si ce n'est, au nord, ceux des nomades en transhumance qui attaquent

et dégradent les rares peuplements d'acacias ou de soump (*Balanites aegyptiaca*) qui y existent, pour nourrir leurs troupeaux.

La dégradation se marque là par la disparition des peuplements arbustifs qui laissent place à des terres dénudées qu'attaque l'érosion éolienne et que recouvrent bien souvent les sables apportés par le vent. Il en résulte une transformation des couches superficielles, plus qu'une véritable dégradation, transformation dont les conséquences sont cependant tout aussi désastreuses puisqu'elle aboutit, lorsque la couche de sable est suffisante, à la stérilité de fait des horizons supérieurs de ces sols. C'est un cas relativement rare.

Mais les transformations biologiques dont les sols ainsi dénudés et exposés au souffle desséchant de l'harmattan sont l'objet, en particulier l'arrêt de l'activité des micro-organismes nitrificateurs et peut-être leur disparition (E. Killian : « Premiers résultats de la mission Scaetta-Killian, en A. O. F. ») sont des conséquences très graves qui peuvent provoquer, en dehors de toute dégradation physico-chimique, la stérilisation progressive des sols considérés.

Il faut mettre à part la région lacustre du Niger où, grâce aux inondations, les cultures deviennent possibles et où les terrains s'enrichissent périodiquement de dépôts apportés par les eaux du fleuve. Le point d'équilibre entre la population et les terres cultivables disponibles n'y étant pas encore atteint, les sols ont le temps de se refaire, entre deux cycles culturaux.

Par contre, à l'est de Gao, la zone sahélienne s'infléchissant en latitude, englobe des régions plus peuplées, appartenant au territoire du Niger et où l'on assiste à un déplacement des cultures vivrières comparable à celui du Sénégal, mais de sens inverse.

Ce phénomène, uniquement dû à l'épuisement des terres traditionnellement consacrées aux cultures vivrières, se manifeste de l'ouest du territoire du Niger (région de Dori), au centre est (région de Zinder) en passant par Niamey, Dosso, Birni-Nkoni, Madaoua, Maradi, Tessaoua et Magaria. Il a pris naissance dans la zone limitrophe de la zone sahélienne, dans des régions où les chutes de pluie oscillent entre 600 et 800 m/m., mais intéresse particulièrement la région sahélienne du territoire du Niger, parce que ce mouvement de déplacement des cultures, au contraire de celui du Sénégal, est dirigé vers le Nord, Nord-Est. En moins de dix ans, la vallée de Talcho à Tignézefin, le Tarka, la vallée de Birni-Lallé, l'ouest de Tahoua, les « dallols » de la région sud-sud-ouest du cercle de Tanout, se sont peuplés de défricheurs, de « villages de cultures », comme on dit dans les zones soudanaises et guinéennes de l'Afrique Occidentale Française et se colonisent. C'est, à l'heure actuelle, une véritable ruée vers les derniers bons sols de culture. Ceux-ci se raréfiant depuis quelques années, de nombreux cultivateurs sont obligés de remettre en culture des sols insuffisamment reposés, ce qui entraîne une baisse des ren-

dements unitaires et les conduit, pour obtenir la quantité de grain nécessaire à leur existence, à étendre les surfaces cultivées aux dépens de terrains dont la vocation culturale est nulle ou très médiocre. Il se produit, de proche en proche, un épuisement du sol qui fait, par exemple, qu'à Gouré, au Sud-Est du Niger, il faut ensemencer deux à trois fois plus de surfaces qu'à Birni-Nkoni, pour obtenir la même récolte.

A la limite sud de la zone sahélienne, dans ce qui a été appelé la zone subsahélienne du territoire du Niger, là où la densité humaine est la plus forte (sud de Zinder, Maradi, Birni-Nkoni où il y a 10 habitants au km^2), les populations éprouvent déjà beaucoup de difficultés à tirer de leurs terres les productions vivrières qui leur sont strictement indispensables (d'où le départ des éléments les plus mobiles de la population vers le Nord) et, à Magaria, bien au sud de cette zone, la brousse arbustive s'éclaircit rapidement et les environs de ce centre, entouré de dunes autrefois fertiles, sont aujourd'hui complètement épuisés et ne portent plus qu'une maigre végétation herbacée de valeur fourragère presque nulle.

A Birni-Nkoni, les seuls champs dont les rendements soient bons, sont actuellement concentrés dans les vallées argileuses alluvionnaires, au sol encore relativement riche, mais la zone de culture qui s'étendait de Koni à Illéla, hors des vallées, n'est déjà plus qu'un pays désolé à faciès désertique.

Les « Dallols » eux-mêmes portent des signes non équivoques d'épuisement et de nombreuses taches stériles apparaissent, entre Boumba et Andéraboukane (canton de Birni-N'Gaouré et de Tajazza en particulier).

Enfin, l'érosion mécanique se fait durement sentir à la suite de leur stérilisation après culture, sur les plateaux de Niamey à Dosso, et de Dosso à Dogoudoutchi, et également à l'ouest de Filingué, où sont mis à jour d'immenses affleurements de sous-sol argileux rouge, compact, lavé par les eaux de ruissellement ainsi que, çà et là, des carapaces latéritiques vraisemblablement fossiles.

A ces dévastations dues aux cultures, on peut ajouter celles d'un type plus particulier qui sont dues à l'exploitation abusive des boisements : par les pêcheurs le long du Niger de Tillabery à Gao; par les transports fluviaux de Niamey à Gaya; par l'administration sous toutes ses formes, pour satisfaire aux besoins en bois de toute sorte et plus particulièrement en bois d'œuvre de Niamey (destruction des forêts de rôniers du bas-Niger) et enfin par les sauniers dans le « dallol Fogha ». On a pu calculer que ceux-ci faisaient disparaître chaque année 90 Ha. de forêt et, en fait, ils ont fait d'un pays très couvert, où l'on chassait encore l'éléphant en 1890, une brousse au sol dégradé, tout juste capable de porter de très maigres cultures de petit mil.

On a pu calculer que chaque année, environ 13,000 km^2 étaient cultivés (1.300.000 ha.), ce qui occasionnait un défrichement annuel de 250.000 à 300.000 ha. (durée moyenne des cultures : 3, 4 ou 7 ans). La mise en jachère durant de 4 à 20 ans, soit une moyenne de 12 ans, il faudrait que ces cultures aient pour les compenser, une réserve permanente de 3.000.000 à 3.500.000 ha. de terres neuves ou refaites. Or, elles ne les ont pas.

Le fait qu'elles se déplacent vers les terres neuves ou rénovées du Nord, au delà des zones de culture habituelles, prouve, surabondamment, que les durées de jachères usitées sont insuffisantes pour permettre aux sols cultivés de se refaire et que, par conséquent, le « volant » de terres neuves ou rénovées n'est plus assez important.

On en arrive à la conclusion qu'en l'état actuel de peuplement du Niger (Sud), le cycle des cultures et l'exploitation des boisements sont tels que l'appauvrissement des sols ne permet plus de trouver, chaque année, dans les zones de culture traditionnelles, 250 à 300.000 hectares de terres neuves ou suffisamment refaites.

A cet épuisement par les cultures, il faut ajouter également l'action des feux de brousse qui apparaissent, dans le sud de cette partie de la zone sahélienne, comme au Sénégal, et y entravent ou retardent le reboisement des parcelles abandonnées après culture et obligent à allonger le temps de mise en jachère. Au Nord, dans toute la zone de transhumance des troupeaux où les nomades commencent d'ailleurs à se heurter aux cultivateurs qui y montent à la recherche des terres fertiles, on constate les déboisements habituels signalés déjà pour la zone sahélienne du Sénégal et du Soudan, hantée par les nomades et leurs troupeaux.

Il faut ajouter, à tout cela, qu'à Filingué, en région sahélienne (chute annuelle de pluies de 400 à 450 m/m.) a été créée, en 1932, sur dunes épuisées, une station d'élevage en parc clôturé de 600 Ha. Actuellement, les acacias et surtout les balanites y ont crû à tel point qu'il est devenu difficile d'y circuler partout à cheval. En outre, on y constate l'installation, sur le sol, de graminées intéressantes pour le bétail.

Nous avons maintenant en notre possession à peu près tous les éléments voulus pour juger des dégâts que subissent les sols de ces régions et, si l'on s'est appesanti sur les zones sahélienne et subsahélienne, c'est que, placées à la limite de l'aire cultivable de l'Afrique Occidentale Française, soumises à un climat extrêmement rigoureux, renfermant un pourcentage de bons terrains relativement faible par rapport aux besoins des populations sédentaires, elles devaient nous fournir des indications extrêmement précieuses sur le phénomène étudié.

Le déplacement des cultures et des populations, tant au Sénégal qu'au Niger, est extrêmement net et montre que là où les cultures

s'étendent, soit que la population s'accroisse (Niger) ou que l'indigène y soit poussé pour des motifs économiques, psychologiques ou politiques, il arrive un moment où, par suite de l'accroissement des besoins en terres neuves ou refaites, l'équilibre entre les réserves de tels terrains et les défrichements étant rompu, le glissement des cultures vers d'autres zones plus favorisées au point de vue sol, ou moins exploitées, devient une nécessité vitale pour les agriculteurs.

Si les boisements pouvaient se refaire normalement, il n'y aurait que demi-mal car, dans cette région sahélienne où le sol ne subit pas en profondeur, de transformations irréversibles et désastreuses pour sa fertilité (la perte des bases par lessivage semble compensée par la remontée des solutions salines en saison sèche) et où il lui suffirait donc de pouvoir reformer les éléments exportés par les cultures, une longue jachère sous couvert forestier arriverait facilement à lui rendre son potentiel de fertilité. L'exemple du Niger où les terres du Nord, certainement cultivées autrefois, tiennent lieu, à l'heure actuelle, de terres neuves, l'exemple de la ferme de Filingué, le prouvent assez. Mais, malheureusement, ces reboisements sont entravés ou même rendus impossibles au Nord par les dégâts dus aux pasteurs nomades, dégâts rendus plus dangereux encore parce qu'ils ouvrent d'immenses espaces à l'action desséchante du vent d'Est, de « l'Harmattan » qui souffle presque toute l'année dans ces régions, et au Sud par les feux de brousse qui empêchent l'installation de la végétation, déjà rendue difficile par les conditions de climat, en détruisant les rejets et les jeunes plants.

On voit apparaître là deux causes secondaires de la dégradation des sols, causes qu'il est possible de réduire. D'autre part, les observations faites au Sénégal nous montrent que certaines régions (cercle de Louga par exemple) dont la vocation agricole est mieux affirmée que d'autres (Cercles de Thiés et de Diourbel), s'épuisent moins rapidement, bien que situées plus au nord; cette constatation est à faire également au Niger où nous voyons les cultures se concentrer dans certains « dallols » ou certaines vallées alluvionnaires (région de Birni-Nkoni), dont la résistance à l'usure est manifestement plus forte que celle des autres terres, pareillement traitées et qui, bien que portant les marques d'un épuisement de plus en plus accentué, demeurent cependant toujours aptes à donner de bonnes récoltes. Il y a donc des sols dont la mise en culture devrait être faite de préférence aux autres et qui seraient plus faciles à maintenir en bon état de fertilité. Ce fait, dû à leur structure et à leur composition chimique, est important à souligner et met en relief le caractère de vocation des sols dont il conviendra de tenir compte dans l'application des mesures destinées à limiter les dégâts causés par les défrichements nécessaires.

Si le déplacement vers le Sud et l'Est des zones de culture de l'arachide au Sénégal s'explique facilement par la présence au Nord

de populations nombreuses, voire hostiles et surtout de terres plus arides que celles du pays d'origine, tandis qu'au Sud existaient des sols plus riches et d'importantes surfaces inutilisées, il est plus difficile de saisir les raisons de l'expansion vers le Nord des cultures vivrières du Sud du Niger.

Dans ce cas, tout d'abord, des tentatives de descente vers le Sud, outre qu'elles se seraient heurtées à un changement de nationalité (de très peu d'importance il faut bien le dire, pour les intéressés, mais susceptible d'engendrer pour eux des difficultés administratives de tous ordres), auraient rencontré l'hostilité marquée de populations déjà très denses, à qui le sol est chichement mesuré et qui ne tiennent en aucune façon à le partager encore. Dans la région de Kano, ville de 10.000 habitants en Nigéria, la densité de la population est telle que les cultivateurs ont dû adopter un type d'agriculture pérenne, stable, basée sur une fumure périodique de leurs terres.

Il n'était donc pas possible aux populations du Niger de trouver là de nouveaux sols à défricher. Vers le Nord, par contre, rien de tel et les cultivateurs trouvèrent des sols à mettre en culture en entrant, çà et là, en conflit, avec les éleveurs de ces régions.

Ces faits prouvent deux choses : la première que l'appauvrissement et la dégradation des sols cultivés doivent être imputés sans hésitation, aux méthodes d'exploitation et non aux rigueurs du climat, puisque, plus au Nord, plus près donc de la zone subsaharienne, il y avait des terres fertiles, vraisemblablement mises en culture autrefois. L'expérience de la station de Filingué confirme cette façon de voir. A signaler, à ce sujet, que ces nouvelles zones de culture ne subissent que très rarement les feux de brousse et qu'elles n'étaient, jusqu'ici, que fort peu habitées

La seconde, que les cultivateurs indigènes savent, lorsqu'ils y sont forcés, pratiquer un type de culture rationnel qui entretient l'état de fertilité des sols.

En résumé, l'étude de la zone sahélienne nous conduit aux constatations suivantes :

A) Les causes des dégâts sont, du Nord au Sud :

1) Les déprédations des pasteurs et, en général, les méthodes d'élevage qu'ils suivent;

2) Les déboisements du fait d'exploitations abusives;

3) Les déboisements du fait des défrichements culturaux et, en général, du fait des méthodes culturales et des déplacements incessants des cultivateurs à la recherche de terrains fertiles;

4) La lenteur de la reconstitution des couverts arbustifs causée par l'épuisement des sols à l'issue de chaque cycle cultural et par le retour périodique des feux de brousse.

B) Les dégâts se traduisent de la façon suivante, du Nord au Sud :

1) Appauvrissement et lente transformation, sous l'action des agents climatiques, des sols découverts par les déprédations des pasteurs nomades, intensification de l'action de l'harmattan, érosion éolienne, envahissement par les sables et surtout, transformations biologiques capitales pour la vie des sols;

2) Appauvrissement considérable et lente dégradation, érosion pluviale chaque fois que les sols sont en pente et érosion éolienne sur les champs, sans qu'il y ait véritablement dégradation définitive des sols;

3) Plus au Sud encore, appauvrissement considérable et dégradation véritable des sols (apparition des phénomènes de transformation latéritique), compliqués d'érosion par les eaux pluviales, érosion par ravinement ou par plaques suivant la topographie, le second mode d'érosion étant le plus fréquent.

Dans tous les cas, il y a perte de fertilité, perte qui peut être définitive dans toutes les zones où l'action du climat engendre à l'intérieur des profils, des phénomènes de transformation latéritique. Ces pertes ne pouvant être compensées par un temps de jachère suffisamment long chaque fois qu'il en est ainsi, une certaine étendue de terres devient impropre à la culture ainsi qu'au reboisement.

4) Les dégâts sont surtout marqués dans les zones à forte densité de population et provoquent, dans ces régions, des glissements de populations ou, tout au moins, des déplacements de la partie active de la population.

On peut donc en conclure qu'au delà d'une certaine densité de population au km^2, densité éminemment variable avec la richesse intrinsèque du terroir, les méthodes de culture actuellement employées par les indigènes sont extrêmement dangereuses et menacent l'habitabilité du pays.

Elles sont donc incompatibles avec un développement normal des peuples autochtones et, de fait, partout où la zone sahélienne nourrit une population dont la densité va de 4 à 10 habitants au km^2, soit sur près du quart des superficies occupées par les cultivateurs sédentaires, l'épuisement actuel des sols provoque ou a provoqué un glissement de la partie active des populations.

Comme bien l'on pense, les phénomènes que nous venons d'étudier ne sont pas limités à la zone sahélienne. Ils y sont importants, parce qu'elle est relativement étroite et proportionnellement plus exploitée que les autres zones mais, changeant graduellement de caractère de la zone subsahélienne à la zone de la forêt dense, ils se manifestent avec une intensité exceptionnelle sur l'ensemble des zones soudaniennes et guinéennes qui forment la majeure partie de notre Afrique Occidentale Française.

b) ZONES SOUDANIENNE ET GUINEENNE.

Dans ces zones, caractérisées par des précipitations de 500 à 1200 m/m. avec une seule saison sèche d'une durée de 6 à 8 mois, la dégradation des sols se marque sur le terrain même, comme dans le sud de la zone précédente, par de vastes espaces dénudés ou devenus impropres à toute culture, principalement situés aux environs immédiats de tous les villages dont la fondation est déjà un peu ancienne et par l'apparition d'immenses cuirasses latéritiques dont l'aspect et le modelé caractérisent la plus grande partie de la zone guinéenne.

Par suite de l'abondance des précipitations, de leur violence et par suite également de la structure physique des sols qui, en moyenne, diffèrent notablement de ceux de la zone sahélienne et sont moins ouverts qu'eux à une infiltration massive, l'érosion sous toutes ses formes, joue dans ces zones un rôle de plus en plus important à mesure que l'on descend vers le Sud et prend une ampleur considérable partout où le relief est tant soit peu accusé.

De la même façon, la dégradation physico-chimique des sols, qui prend presque toujours dans ces zones la forme d'une latérification, se manifeste avec une intensité de plus en plus grande à mesure que l'on descend vers le Sud pour s'épanouir enfin dans la zone guinéenne dont elle conditionne, presque partout, l'aspect, le modelé, la structure.

A partir de ces zones d'exaltation, ce phénomène va ensuite en diminuant, tout au moins dans ses effets visibles, vers la zone de la forêt dense où il disparaît sous le manteau de la végétation

Dans l'ensemble des deux zones climatiques considérées, les dégâts se présentent comme des taches isolées les unes des autres par de vastes lambeaux de nature inchangée.

Dans le détail, ces taches se réduisent elles-mêmes en une multitude de plaques plus ou moins stérilisées ou dégradées, séparées par des bandes de sols apparemment intactes.

Mais, chez tous ces sols, bien qu'ils n'aient pas été ou ne soient pas cultivés, on peut déceler une dégradation moins accusée peut-être, mais non moins certaine que dans les plaques voisines. C'est, indubitablement, le résultat du passage périodique des feux de brousse auxquels est soumise, à chaque saison sèche, la quasi-totalité des zones soudanienne et guinéenne. Ces taches où la dégradation est si marquée, coïncident partout avec les régions à forte densité de population actuelle ou passée. Elles coïncident également avec les régions où certaines cultures, l'arachide au Sénégal, le coton dans certains cercles de la Côte d'Ivoire, le maïs au Dahomey, le fonio au Fouta Djallon, sont, pour des raisons diverses, plus particulièrement poussées.

Au Niger, ce sont les plateaux, actuellement dénudés, qui s'étendent de Niamey à Dosso, de Dosso à Dougoutchi et, également, mais dans des proportions infiniment moindres, c'est la région de Fada-Ngourma. Là, se marque fortement l'érosion par ravinement.

Au Sénégal, ce sont les parties nettement soudaniennes, des cercles de Diourbel et de Thiès (subdivision de Tivavouane), et, plus au sud en Casamance, le cercle de Kolda et la subdivision de Sédhiou, qui sont atteintes.

En Guinée, ce sont plus particulièrement les régions à forte densité de populations et à relief accidenté du Fouta Djallon, des cercles de Kindia, de Kissidougou, de Beyla, les alentours de la grande ville indigène de Kankan et la proximité immédiate de Conakry, où l'on note les dégâts les plus importants.

Au Soudan, c'est toute la région des falaises et des plateaux qui entourent la cuvette centrale. En Côte d'Ivoire, c'est surtout la région de Mossi et celle de Korhogo-Firkessédougou, et au Dahomey c'est tout le nord et le centre du territoire jusqu'à la palmeraie d'Abomey, qui sont plus particulièrement atteints.

Enfin, au Togo, les Monts Togo, la Montagne d'Agou, et, tout à fait au nord du territoire, les plaines de l'Oti-Volta et les pays Moba et Gourma, sont parmi les régions les plus atteintes.

A la limite Nord de la zone soudanienne, l'état des sols est caractérisé par cet extrait des notes de la mission Scaetta-Killian en Afrique Occidentale Française (1938), concernant les terres de la région de Ségou :

« D'une manière générale, tous ces sols apparaissent fortement dégradés par décapage et souvent par érosion ou par corrosion; les déboisements irrationnels et les *incendies* sont parmi les causes les plus actives de ce phénomène superficiel. Les flammes provoquent la formation d'une mince croûte qui favorise singulièrement la montée des solutions minérales pendant la saison sèche. La *structure* du sol en est également détruite (le sol devient poussiéreux) et l'allitération (vieillissement du sol) est en définitive accélérée. Le sol est en même temps « asphyxié » par le ralentissement considérable de la vie microbienne (voir rapport Killian). Le phénomène entraîne une spécialisation de plus en plus poussée de la végétation qui reflète par sa spécialisation à outrance la perte progressive de la fertilité du sol.

Ce phénomène est facilement visible le long des rives du fleuve, autour des centres habités. Le déboisement, quelle que soit la formation végétale, favorise l'ensablement du sol qui devient la proie des vents, et le changement (dans un sens régressif) du faciès végétal (dominance de la végétation psammophile encore moins active par rapport aux fonctions de respiration et de l'activité chimique du sol).

Les cultures de la période pluvieuse deviennent impossibles ou leur rendement est diminué ou aléatoire.

Des centres comme Gao ne parviennent pas à subvenir aux besoins alimentaires des populations locales. Des mesures d'ordre pratique paraissent s'imposer dès maintenant : envisager la suppression de la coupe du bois à l'usage des bateaux fluviaux sur le bief Mopti-Gao, sur une bande parallèle aux rives larges au moins de 20 km. »

Ce texte est significatif tant en ce qui concerne la région de Ségou qu'en ce qui a trait, plus spécialement, à la région de Gao, située, elle, à la limite Nord de la zone sahélienne. Quant au rapport du Professeur Killian, il constate, pour les mêmes sols : « un appauvrissement considérable, *surtout en azote nitrique et une disparition complète de l'azote ammoniacal dans les terrains brûlés* ».

C'est dire l'étendue des dégâts dans ces régions où il n'y a guère de parcelles qui ne brûlent au cours de la saison sèche.

Plus au sud, les travaux de la ferme-école de Kankan nous permettent d'évaluer, à peu près, le degré de dégradation des terres avoisinant cette ville.

L'école de labourage de Kankan, en même temps station d'essai, a été établie à 5 km. de la ville, en grande partie sur d'anciens terrains de culture indigène. A notre arrivée, sauf sur une ou deux parcelles, tous les sols étaient quasi stériles. Ces terres avaient été délaissées par les indigènes après un cycle de culture analogue à tous ceux de la région, c'est-à-dire ni plus ni moins épuisant. Normalement, elles auraient dû être mises en jachère et ne seraient revenues en culture qu'au bout de 12 à 15 ans. C'est après 6 à 8 ans d'efforts, suivant les parcelles, que nous pûmes refaire ces terres et les rendre capables sur 20 ou 30 Ha., de porter des récoltes normales. Si l'on compare les moyens dont nous disposions et que nous avons mis en œuvre pour arriver à ce résultat (engrais verts et fumier de 30 à 40 têtes de gros bétail) au dérisoire enrichissement dont auraient bénéficié ces mêmes terres abandonnées à elles-mêmes et aux feux de brousse, on ne peut que penser que jamais un sol mis en jachère dans cet état d'épuisement, ne serait arrivé à se refaire suffisamment. Donc, chaque fois que la densité de la population ou le peu de superficie disponible pour les cultures, oblige les indigènes de la zone des savanes arbustives à revenir sur les mêmes terres après moins de 10 à 12 ans de jachère, on peut estimer que leur sol s'appauvrit et tend à devenir rapidement stérile. C'est ce qui s'est passé un peu plus au sud, dans le Fouta-Djallon.

Ce haut massif de grès horizontaux coupés de venues doléritiques, profondément échancré et morcelé par l'érosion, est formé en son centre de vastes plateaux reliés ou séparés par des chaînons tourmentés ou par de profondes vallées.

Ces plateaux et ces pénéplaines, plaine de Dalaba, plateaux de Timbitouni, Timbimadina, plateau de Pita, plateaux du Labé, furent autrefois fertiles et couverts de cultures. Ils sont actuellement à demi abandonnés ou même, comme la plaine de Dalaba, presque entièrement stériles. Tous les indigènes s'accordent pour déclarer qu'à une époque située voilà 150 ou 200 ans, ils constituaient les greniers du Fouta-Djallon.

Actuellement, les superficies ainsi soustraites à la culture peuvent être évaluées à plusieurs dizaines de milliers d'hectares (8 à 10.000 ha. d'un seul tenant pour le plateau des Timbi). Couvertes de graminées grossières ou sans valeur, elles ne sont même plus capables de nourrir convenablement le cheptel des villages installés sur leurs bords.

Les mauvaises méthodes culturales (pratique du « mouki », sorte d'écobuage) et l'obligation de revenir trop souvent sur les mêmes champs (forte densité de la population et faibles surfaces disponibles) ont amené rapidement la dégradation et la stérilisation de ces sols. Le temps qu'il a fallu à ce phénomène pour se parfaire peut être estimé, si l'on se base sur les dires des indigènes, à moins de cent cinquante ans, soit l'équivalent de 6 à 8 cycles culturaux complets, cultures et jachères comprises. Il est juste d'ajouter que l'on se trouve là en terres de montagne sous un climat relativement froid pour la zone guinéenne (altitude : 800 à 1.200 m.) mais à précipitations abondantes et brutales, toutes causes qui n'ont pu qu'accélérer le processus de dégradation. Il faut ajouter également comme cause supplémentaire d'épuisement, donc de dégradation, la culture généralisée du fonio. Cette petite graminée au système radiculaire puissant est capable de donner des récoltes intéressantes dans les sols très pauvres. Les Foulbés la font revenir plusieurs années de suite sur le même terrain et, en général, jusqu'à ce que le rendement en soit dérisoire Par suite, là où le fonio ne pousse plus, aucune végétation même sauvage ne peut s'installer avant de longues années. Aussi, en de nombreux points du Fouta-Djallon, trouve-t-on des terres plus ou moins étendues, presque entièrement dénudées même en saison des pluies, sur lesquelles l'érosion travaille à plein et qui mettront vraisemblablement de nombreuses années avant d'être à nouveau recouvertes par une végétation herbacée un peu dense, si, toutefois, elles se recouvrent un jour.

Si l'on considère, en plus de ces cultures abusives, l'habitude qu'ont prise les bergers Foulbés (cette race est en effet primitivement une race de pasteurs) d'incendier, chaque année, la brousse au début de la saison sèche pour procurer un peu de regain à leurs troupeaux, on comprendra facilement que sous l'action des cultivateurs, des bergers et de leurs feux, le déboisement et la dégradation du sol soient devenus tellement importants au Fouta-Djallon que les habitants des régions de Dalaba, Pita, Timbi-Touni et Timbi-Madina aient été obli-

gés de faire faire leurs cultures vivrières principales, à plusieurs dizaines de kilomètres de leurs résidences actuelles, sur le versant sud-ouest du massif, en terres « haïndés » et d'interdire dans ces régions, le parcours des troupeaux. Ce n'est qu'un palliatif puisqu'à l'heure actuelle, toute la région centrale du Fouta, comprenant la chaîne de Mamou-Dalaba-Pita et ses annexes, les plateaux de Pita, des Timbis et du Labé, n'est plus capable de porter, sauf exception, autre chose que de maigres cultures de fonio et que, les méthodes d'exploitation n'ayant pas changé, les terres « haïndés », situées en pays accidenté, seront, elles aussi, rapidement épuisées.

A noter qu'au milieu de ces immenses étendues au sol parfois presque complètement dénudé, dans ce désastre, les massifs verdoyants des arbres, des fruitiers, des bananiers entretenus dans les enclos ou comme haies vives, marquent les emplacements de chaque village et démontrent bien que le seul responsable de tout cela c'est l'homme et ses méthodes sauvages d'exploitation du sol.

A noter également que les enclos portent chaque année des cultures fort épuisantes, comme le maïs et les taros et que pour maintenir leur production à un niveau suffisamment élevé, les Foulbés les fument avec des cendres et des débris de toutes sortes et vont jusqu'à pailler les taros qui sans cela ne donneraient que des rendements dérisoires.

Ces « cultures de tapades », comme on les appelle, ne sont pas spéciales au Fouta mais existent dans presque toute l'étendue des deux zones climatiques considérées, à quelques variantes près. Elles sont pérennes et portent presque toujours du maïs, culture particulièrement épuisante, en mélange avec de très nombreux « légumes » indigènes. Presque toujours, on y trouve quelques pieds de cotonnier d'une venue particulièrement belle. Partout, on entretient leur fertilité par des apports de cendre et en y jetant tous les débris organiques ou non résultant de la vie de la communauté. Mais il n'y a guère que chez les Foulbé que l'on y fait certaines années un véritable paillage.

Le sol primitif n'est donc pas en cause non plus que le climat mais uniquement, les coutumes indigènes qui, entre autres, bien qu'éleveurs et parquant leur bétail la nuit dans les enclos, ne se servent pas de ce fumier pour fertiliser les terres qu'ils cultivent mais préfèrent, bien souvent, le vendre à des planteurs européens. Ce trait est trop caractéristique et souligne trop à quel point les coutumes culturales ancestrales sont ancrées chez eux et sont nocives, pour le passer sous silence.

Une conséquence fort grave du déboisement persistant du Fouta-Djallon, consécutif à la dégradation de ses sols de culture, à leur épuisement et à l'attaque des forêts qui a suivi, est le fait que ce

massif ne joue plus aussi bien qu'autrefois, le rôle de château d'eau qu'il avait vis-à-vis de tout le bassin du Sénégal et des fleuves côtiers de la Guinée et de quelques affluents de la rive gauche du Niger. Il en est arrivé à tel point que la plupart des cours d'eau qui en sortent, ont pris un régime nettement torrentiel, à débits de saison sèche tout à fait insuffisants et surtout à crues brutales et brèves, incapables d'entretenir dans leurs bassins inférieurs des périodes d'inondation suffisamment longues pour y faire venir dans les zones de culture traditionnelles, les mêmes récoltes qu'autrefois.

C'est en partie l'histoire actuelle du bas bassin du Sénégal et également celle de certains fleuves côtiers de Guinée, dont les débits de saison sèche ne permettent plus l'irrigation des plantations de bananes installées sur leurs bords. On mesure là, d'une façon tangible, l'évolution de cette situation au cours des 20 dernières années sans que les quantités d'eau tombées ou le climat puissent être mis en cause.

De même, l'harmattan, ce vent d'Est extrêmement desséchant, qui autrefois n'atteignait pas la côte ou y était fortement atténué, se fait sentir maintenant d'une façon de plus en plus désastreuse pour les plantations de bananes et ce, depuis l'installation de celles-ci, c'est-à-dire depuis à peu près 25 ou 30 ans. Le manque de renseignements un peu anciens ne permet pas de dire si le régime des pluies même est modifié, mais, un fait certain, c'est que les vols de sauterelles migratrices, autrefois arrêtés par la barrière boisée du Fouta, viennent exercer leurs ravages jusque dans la partie méridionale de la moyenne Guinée où elles n'apparaissaient jamais. Il semble donc qu'il y ait eu un assèchement général de toute cette région, consécutif au déboisement, à l'usure des sols par la culture et à l'érosion qui a suivi.

Les pourtours du massif donnent lieu aux mêmes constatations.

Une des régions les plus caractéristiques à ce point de vue est au nord-ouest du massif, le canton du Sangaran, situé dans la subdivision de Mali, entre les dernières falaises du Fouta et la Gambie, entre 200 et 400 m. d'altitude. Il présente un aspect désolé avec çà et là quelques boisements témoins, des villages abandonnés, d'immenses surfaces entièrement incultes et presque stériles, coupées de carapaces latéritiques extrêmement puissantes. Les villages s'y sont groupés sur les dernières terres encore fertiles et, à chaque saison, les jeunes gens quittent la région pour aller au Sénégal louer leurs services, comme navétanes. Ceux qui restent, les vieux et les enfants, connaissent, presque chaque année, la disette.

D'immenses cuirasses latéritiques, appelées « bowés » par les indigènes, ceinturent tout le massif central du Fouta-Djallon.

Elles y atteignent un développement inégalé dans les autres régions de l'Afrique Occidentale Française et représentent l'ultime étape de la dégradation de sols peut-être fertiles autrefois. Nous ne pouvons,

certes, que constater leur présence sans épiloguer sur les causes de leur durcissement et sur ce qui a permis à l'érosion de les faire paraître à la surface du sol, mais il est un fait certain, c'est que partout où les feux de brousse ne passent pas, ces cuirasses sont attaquées et colonisées par la végétation arbustive. La présence de chaos et d'amoncellements de blocs polygonaux en certaines parties de cuirasses aujourd'hui dénudées, prouve que cette attaque était infiniment plus développée autrefois qu'aujourd'hui. Il y a eu régression du boisement sous l'action des feux de brousse, nouvelle dégradation ou transformation des sols de néo-formation, érosion et stérilisation définitive.

Sur le versant sud-ouest du Fouta où les grès horizontaux forment presque partout la roche mère des sols en place, l'action de dégradation est encore plus sensible. Elle s'exerce surtout dans les massifs actuellement détachés de la masse du Fouta-Djallon comme le massif du Béna et le plateau de Molota, situés au sud, sud-ouest de la ville de Kindia.

Le pays est, à l'heure actuelle, à peu près vide d'habitants, bien qu'il soit formé, à l'intérieur des falaises qui le limitent, d'une série de plateaux en tous points analogues à ceux du Fouta-Djallon. Les derniers lambeaux de forêt qui s'y accrochent sont en train de disparaître et, ne restent plus comme boisements intéressants, que ceux des éboulis dont les pentes étaient trop raides pour en permettre la culture.

Dans cette région, les forêts étaient en majeure partie faites de copaliers et la gomme qui était encore à notre arrivée en Guinée une source de richesse pour les habitants du pays, ne s'exporte plus ou presque, à l'heure actuelle, par suite de la disparition des peuplements. Le sommet des plateaux n'est plus couvert que d'une maigre végétation herbacée avec par endroits quelques arbres rabougris. Il n'est pas possible d'y trouver, en dehors de rares bassins de réception encore un peu boisés, quelques parcelles de terre capables d'être cultivées avec profit. A 600 mètres plus bas, le plateau de Molota en est réduit au même état.

Autrefois, couvert en partie d'une épaisse forêt de bambous, il n'en porte plus trace à l'heure actuelle et présente même, en de nombreux endroits, de vastes étendues de terre entièrement stérile et dénudée, même en saison des pluies.

Le nom d'une de ses parties indique qu'elle devait être autrefois couverte d'une épaisse forêt. Non seulement, il n'en reste plus rien, mais encore aucun village n'a pu demeurer sur son territoire, si ce n'est quelques agglomérations de 15 à 20 personnes au maximum. Nombreux y sont les emplacements de villages abandonnés. Il est actuellement impossible d'y trouver des parcelles d'une centaine d'hec-

tares, d'une fertilité moyenne. Les seules bonnes terres qui demeurent, sont concentrées dans les vallées ou les bas-fonds.

Les causes en sont les mêmes qu'au Fouta : déforestation, cultures abusives, feux de brousse, pacage désordonné des troupeaux en transhumance et dévastations intentionnelles des pasteurs, soit pour nourrir leurs bêtes, soit dans le but de les protéger contre les fauves en détruisant les couverts forestiers. Ces deux régions, en effet ont été occupées par les pasteurs foulbés qui les ont abandonnées depuis.

La moyenne Guinée, de Kindia à la région de Tabili, c'est-à-dire à peu près sur 100 à 150 km. de profondeur, est très gravement atteinte par l'érosion qui a dénudé les grès horizontaux presque partout où ils formaient la roche mère. Cette action, favorisée par les déboisements et les feux de brousse, s'explique très facilement, si l'on considère la situation de ce massif, face à la mer, à moins de 100 à 150 km. des côtes, face par conséquent, à la mousson d'hivernage. D'énormes quantités d'eau tombent sur ces terres (1 m. 50 à 2 m., parfois plus), d'autant plus légères et facilement érodées qu'elles proviennent presque uniquement de grès siliceux. A l'heure actuelle, la vie agricole s'est concentrée dans les biefs où l'alluvionnement a accumulé une épaisseur suffisante de terres arrachées aux plans supérieurs, dans les bas-fonds comblés de la même façon et sur les quelques terres provenant de la décomposition de pointements ou de dykes éruptifs principalement formés de dolérites.

Là encore, nous voyons apparaître la notion de spécificité des terres, de vocation des sols qui, suivant leur nature, leur profondeur et leur situation topographique, devraient être consacrés à telle ou telle culture, au pâturage ou à la forêt.

Ce que met en lumière cette courte étude sur l'érosion et la dégradation du massif du Fouta-Djallon, actuellement très semblable en nombre de ses parties à quelque Auvergne pelée alors qu'indubitablement il a été couvert de forêt dense, c'est l'erreur fondamentale que fait le cultivateur indigène lorsque, dans sa recherche de l'humus à tout prix et dans son désir (l'obligation lui en est faite parfois) de ne pas trop s'éloigner de son village, il met en culture, sans discernement, n'importe quelle terre, pourvu qu'elle soit boisée, préférant même très souvent les pentes et les éboulis aux terres de plaine ou de plateau.

On peut se demander pourquoi cette erreur est si courante chez des gens qui, malgré tout, connaissent les sols de leur région et leurs possibilités même lorsqu'ils sont d'anciens pasteurs, comme les habitants du Fouta-Djallon. C'est plus un problème de psychologie, une question de légèreté ou d'insouciance de la part de ces hommes, qu'une question de savoir, proprement dit. Il faudrait à ces agriculteurs la contrainte du besoin vital à satisfaire, l'inéluctable nécessité

de faire vivre leur famille sur le même sol, sans possibilité de déplacer leurs champs ou d'émigrer ailleurs, pour que, à l'image des cabrais du Togo, ils se décident à entretenir la fertilité de leurs terres et, par là, à passer du type d'agriculture extensif et destructeur, qui est le leur actuellement, au type intensif, seul ménager du potentiel de production des sols.

Quittant le massif du Fouta-Djallon et la Guinée pour nous diriger vers l'est, nous retrouvons des dégradations dues à l'érosion dans la région de Korhogo-Ferkessédougou. Les crêtes, les sommets des collines et souvent les plateaux, y sont dénudés ou à peu près entièrement dégradés et l'on n'y trouve plus de terres de cultures intéressantes que très loin des grosses et anciennes agglomérations Cependant, vu la faible densité des populations de ces régions (6 à 7 au km²), et malgré la permanence des feux de brousse, les dégâts ne sont pas encore très marqués ni très généralisés Cependant, en gagnant le nord de la Côte d'Ivoire, on arrive aux limites septentrionales de la zone soudanienne, à un pays presque entièrement dégradé, le Mossi.

Une remarque s'impose immédiatement : le Mossi a une densité de population de 15 à 18 habitants au km² contre 6 à 7 pour les régions avoisinantes.

L'aspect typique du pays Mossi est donné par la relation de M. Marc (1909) : « De grandes plaines dénudées en saison sèche, couvertes de cultures en hivernage, parsemées d'habitations. Seuls quelques arbres ont été laissés en place par les cultures : baobabs, néré, karité, fromager, tout le reste a été détruit. Dans certaines régions particulièrement peuplées, comme le Manga ou le Gandiourgou, on peut marcher pendant plusieurs journées sans cesser de voir des cases et des arbres isolés, éparpillés dans la plaine, et sans rencontrer un seul instant une agglomération ou un bouquet de bois ».

Cet aspect est resté le même, mais, par contre, les rendements en sorgho (la principale culture de cette région) estimés à cette époque à 800 ou 1.000 kg. à l'ha., ne sont plus chiffrés, à l'heure actuelle, qu'à 4 et 500 kg. De même, les rendements moyens de l'arachide sont estimés à 250 ou 300 kg. à l'ha., ceux du riz à 5 à 600 kg. et ceux du maïs à environ 500 à 550 kg. Tous ces chiffres sont très bas et montrent, mieux que l'aspect même du pays, l'état de dégradation des sols sous l'influence de la culture.

Les estimations des superficies cultivées en sorgho, mil, maïs, riz, coton et arachides font paraître un total de 740,000 ha., en chiffres ronds. On peut donc estimer à 800.000 ha. le total des terres cultivées chaque année. La superficie des cercles de Ouagadougou, Kaya, Koudougou et Tenkodogo, qui forment le pays Mossi en Côte d'Ivoire, est estimée à 88,000 km². Si l'on en déduit les bandes forestières qui accompagnent les trois branches de la Volta sur une largeur

moyenne de 30 km. et qui sont inhabitées et incultes par suite de la présence de la tsé-tsé le long des 700 km. de rivière, au total, on aboutit à une superficie d'occupation maximum de 60,000 km^2 sur laquelle doivent se répartir les 1.511.000 habitants de cette région. La véritable densité de la population est d'environ 25 au km^2. L'étendue des terres effectivement cultivées étant de 800.000 ha., soit 8.000 km^2, on voit que chaque année, à peu près le 1/6e des terres disponibles est mis en culture. Si l'on compte une durée moyenne de 3 ou 4 années de cultures consécutives sur le même terrain, on aboutit à la conclusion qu'un laps de 18 à 24 ans est donné aux terres épuisées, pour se refaire. C'est manifestement insuffisant, surtout par suite de l'action annuelle des feux de brousse. Ces chiffres expliquent fort bien l'état de dégradation profonde dans lequel se trouvent des sols qui ont été parmi les plus producteurs d'Afrique Occidentale Française. En 1909, déjà, M. Marc, frappé par l'aspect dénudé du pays, pouvait écrire : « En traversant vers le Sud la Volta rouge, on a la sensation de changer de climat, tellement la végétation y est plus épaisse. Cela est dû uniquement au fait que l'on passe d'une région à population très dense à une région à population clairsemée, autrefois moyennement peuplée mais dévastée, depuis, par les Songhrai. Cette impression est confirmée par la présence d'îlots Mossi au sud de la Volta rouge, qui ont transformé le pays comme ils l'ont fait dans le Nord ».

Ces lignes écrites à une époque où la question de la dégradation des sols n'avait pas encore été soulevée, sont, en elles-mêmes, une parfaite démonstration du fait que les cultures indigènes telles que la coutume les prescrit, sont la cause principale de la dégradation des sols cultivables et de l'altération de la végétation spontanée.

Les autres colonies du groupe A. O. F. montrent dans leurs zones soudanienne et guinéenne des dévastations du même genre.

Au Dahomey, c'est tout le nord et le centre du territoire jusqu'à la palmeraie d'Abomey et plus particulièrement le nord-est du cercle de Parakou et l'est du cercle de Kandi qui ont souffert; cependant l'impression reste, qu'en général, l'attaque est assez récente, surtout en ce qui concerne les forêts du moyen Dahomey (zone de Tchaourou à Natitingou, zone de Savalou à Djougou). Outre ces régions, la déforestation a atteint les montagnes de schistes et de quartzites de l'Atakora où l'érosion a mis à nu la roche mère. Cette dégradation est due surtout à l'immigration cabraise dont nous parlerons plus loin. Dans la colonie voisine du Togo, les dévastations parvenues à leur terme intéressent seulement quelques pentes abruptes à l'est et à l'ouest des Monts Togo dans les cantons de Hanigba, Kourna, Ykpa, Akposso, et dans le sud et l'ouest des massifs du Malfacassa et du Bafilo où granites, gneiss et schistes ont été mis à nu par l'érosion. Par contre, les dévastations en cours intéressent tout l'ensemble du pays et sont surtout marquées à proximité des agglomérations ancien-

nes comme Atakpamé, Nuatja, Kpéssi, Anié, Sokodé et dans la plaine est du Togo, entre les Monts Togo et le Dahomey. Dans les Monts Togo, presque entièrement soumis à l'érosion après un déboisement intense, la montagne d'Agou, surpeuplée au temps de la guerre des Achantis, déboisée et cultivée, a dû être abandonnée par les indigènes, après avoir perdu, malgré sa richesse, toute fertilité, tout au moins dans ses parties hautes. Les villages sont descendus dans la plaine à la recherche de meilleurs terrains. Plus au Nord, au delà de la Kara, presque toute la montagne est défrichée en raison de la densité de la population cabraise dont la culture principale est le mil. Cette population vaut qu'on s'y arrête. Les Cabrais du Kabré, population de race noire de plus de 200.000 individus, a été et se trouve toujours confinée sur un territoire très restreint. Dans l'impossibilité où elle était de s'étendre sur les régions voisines occupées par des tribus hostiles, cette population a modifié complètement ses méthodes d'exploitation du sol et son mode d'existence.

Tout d'abord, pas une parcelle qui n'ait été utilisée; le sol est épierré, nivelé et les dénivellations trop marquées aménagées en terrasses soutenues par des murs de pierre sèches. Les habitations occupent des éminences rocheuses et les cimetières mêmes ont été aménagés en hypogées. Au point de vue cultural, le sol porte une récolte chaque année mais il est fumé et les cultures s'y succèdent suivant un véritable assolement. Les animaux sont maintenus en stabulation ou à l'attache; leurs déjections sont soigneusement recueillies et mises dans une fosse à fumier de même que les ordures de toutes sortes.

Le sol étant rare et précieux, la propriété individuelle est devenue la règle et les héritages sont âprement disputés. Il y a donc eu une évolution analogue à celle observée, déjà, dans la région de Kano.

Cependant, l'Administration ayant créé des villages de colonisation pour décongestionner le pays Cabrais, on a pu constater le retour des colons aux pratiques de toutes les races noires, sans doute parce que là le sol ne leur appartenait pas et qu'ils avaient assez de place pour pratiquer la jachère. Aussitôt, plus de fumure, changement de terrain de culture tous les 3 ou 4 ans et, comme corollaire, déboisement, extension des feux de brousse, dégradation des boisements, dégradation du sol.

Il faut citer, encore, pour le Togo dans l'extrême nord de ce territoire, la « plaine de l'Oto » et les pays Moba et Gourma qui, fort peuplés et de caractères semblables à ceux du pays Mossi, ont vu leurs sols très appauvris par les cultures successives et n'ont plus qu'un taux de boisement extrêmement faible.

Ces exemples ont été choisis parmi les plus probants et l'on peut dire que plus d'un cinquième de la surface totale des zones Guinéenne et Soudanienne est profondément dégradé et comprend des régions,

comme le Fouta-Djallon où l'érosion, arrivée à son stade ultime, a mis à nu la roche mère, grès horizontaux, dolérites, gneiss, schistes, ou encore carapaces latéritiques sous-jacentes, sur d'immenses superficies. Mais, en outre, on peut affirmer que presque toute l'étendue des zones en question, est en voie de dégradation, soit du fait de cultures nouvelles, soit parce qu'elles subissent l'influence des feux de brousse. Partout, ce point de départ du processus de dégradation se trouve dans les méthodes de culture suivies par les indigènes, aggravées par le nomadisme cultural, les feux de brousse, les déboisements abusifs ou l'exploitation abusive des boisements, les méthodes d'élevage extensif, la transhumance et les méthodes d'exploitation des pâturages.

Ces méthodes de culture, dont le premier acte est le défrichement, diffèrent assez peu d'une zone à l'autre et ne sont plus ou moins néfastes qu'en fonction de la plante tête de rotation et de ses besoins. Plus elle sera exigeante et plus rapide sera le passage sur un sol donné, plus rapide également sera la déforestation de la région, mais, aussi, plus facilement se fera le reboisement des terres abandonnées après culture. Par contre, la culture d'une plante peu exigeante comme le fonio peut amener la stérilisation complète des sols.

Le défrichement est pour l'indigène une opération capitale C'est elle, en effet, qui le fixe, pour plusieurs années, sur un emplacement déterminé dont dépendra pendant tout ce temps sa subsistance et dont le choix conditionnera, pour une grande part, l'accroissement ou la diminution de son bien-être. C'est de son exécution que proviendra, dans la majorité des cas, l'un des plus grands fléaux de l'Afrique Noire : le feu de brousse.

Par suite de l'intérêt primordial qui s'attache pour lui à tout nouveau défrichement et, comme de plus c'est une opération qu'il trouve pénible et ne veut pas être obligé de recommencer trop souvent, le cultivateur apporte tous ses soins à cette opération. Ces soins consistent non dans l'exécution du défrichement dont les modalités ne varient guère, mais dans le choix de l'emplacement qui requiert toute l'expérience et la sagacité du chef de famille et doit être approuvé par le « Chef de la terre » de son village et confirmé par des sacrifices propitiatoires aux ancêtres et aux divinités.

Ce choix dépend surtout de la plante placée en tête de la rotation et qui constitue la culture principale, celle dont l'indigène attend la majeure partie de ses revenus, en produits vivriers comme en produits d'exportation.

Si la nature de cette culture (riz, maïs, mil) guide les indigènes vers des sols bien déterminés, le critère qui leur sert à cette discrimination est presque uniquement fourni par la végétation sus-jacente. De son aspect général, de sa diversité, de sa vigueur et surtout des

espèces végétales qui la composent, il tire des conclusions qui sont autant les fruits de son expérience que l'application brutale de la tradition culturale de sa famille.

Il semble bien également qu'il attache autant d'importance, peut-être parfois plus, au site : aspect topographique, facilité de travail, situation par rapport aux voies d'accès (souvent le nouveau champ est choisi de manière à être aussi caché que possible), possibilités d'habitat.

Un des sites les plus prisés est, certainement, celui que constitue le bassin de réception d'un marigot : orientations multiples, présence simultanée de terrains à possibilités culturales diverses, présence de l'eau, facilité de surveillance et faculté si le bassin est assez vaste, de l'exploiter en deux ou trois défrichements, sans avoir besoin, chaque fois, de changer les cases de place. Et, cependant, ce cas mis à part, il est assez rare de voir la même famille faire un nouveau défrichement à côté d'un ancien. On aime mieux, en général, abandonner la place, quitte à revenir tout à côté lors d'un défrichement ultérieur. Y a-t-il là interdiction d'ordre religieux ? Faut-il y voir la manifestation de la volonté du « Chef de Terre » qui répartit chaque année les terres du « groupement », entre les divers chefs de famille où le désir, chez ces derniers, de marquer de leur travail et donc d'acquérir des droits, sur le plus grand nombre de parcelles possible ? Faut-il y voir simplement l'expression de l'espoir, toujours renouvelé, de trouver mieux ailleurs ? Il est très difficile de le déterminer. Quoi qu'il en soit, c'est là un des aspects les plus curieux de cette véritable course à l'humus et le facteur, le plus déterminant, de la régression constante des boisements dans les zones habitées. On comprend très bien que ceux-ci, attaqués en de multiples endroits et, toujours aux points les plus épais et les plus humides, se défendent de plus en plus mal contre la saison sèche et les feux de brousse, se dégradent peu à peu et finissent par disparaître.

L'importance de cette action est très grande dans les zones à longue et dure saison sèche, comme les zones soudanienne et guinéenne.

Elle est à son maximum dans la zone guinéenne où la plante qui vient en tête de rotation est très souvent le riz de montagne dont certaines variétés très prisées, exigent des sols riches. De tels sols ne pouvant se trouver qu'à des emplacements fortement et anciennement boisés ou toute rupture brutale de l'équilibre sol-végétation-climat entraîne la disparition définitive de presque toutes les associations végétales primitivement établies, on comprendra facilement qu'aux limites septentrionales de la zone guinéenne, de telles pratiques amènent une extension vers le sud des faciès soudaniens et qu'aux limites méridionales de cette même zone elles provoquent une régression sensible de la grande forêt.

Lorsque la plante d'assolement est, comme au Dahomey, le maïs, plante encore plus exigeante que le riz de montagne, la rotation s'accélère et le passage à de nouveaux terrains de culture devient plus fréquent. Il en résulte un déboisement plus intense et consécutivement une dégradation des sols plus répandue.

Ainsi, la dévastation gagne de proche en proche.

Il n'est pas jusqu'aux terres de pente qui, si abruptes qu'elles soient, échappent au défrichement. Bien au contraire, elles semblent, fort souvent, être choisies de préférence aux terres de vallées ou de plaines.

Il n'a jamais semblé, en effet, que l'indigène eut une répugnance quelconque à cultiver les terres de pente et même, dans certaines régions accidentées comme le Fouta-Djallon, il préfère nettement le travail sur les pentes au travail dans les plaines. Leur défrichement désordonné et trop souvent intégral a vite pour résultat d'y permettre une érosion très active qui les dénude et les rend impropres à porter soit des boisements, soit des cultures. L'indigène se rabat alors sur les éboulis qui présentent l'avantage d'avoir un sol profond, généralement riche et qui se dégrade moins rapidement que les sols en place. Le cultivateur ne les épargne que lorsque le pendage en est trop fort ou lorsqu'ils sont encombrés de véritables chaos rocheux. Dans ce seul cas, les terres conservent les peuplements arbustifs qui les couvrent.

Si l'on considère le fait que le cultivateur reste sur son champ, ou qu'il soit placé, en moyenne 4 à 6 ans suivant la richesse primitive du sol et qu'à peu près tous les 4 ans il défriche une nouvelle parcelle pour y faire la céréale tête d'assolement; si l'on ajoute également que, presque toujours, la succession des plantes sur chaque parcelle est réglée par la coutume non de manière à ménager les possibilités culturales des sols mais, au contraire, de façon à les utiliser au maximum en réalisant l'épuisement systématique, on comprendra facilement que chaque cycle cultural laisse derrière lui des terres appauvries où le couvert forestier, la seule source d'enrichissement des sols que connaissent, à l'heure actuelle, la plupart des cultivateurs indigènes, a le plus grand mal à se réinstaller et que dans de telles conditions, le feu de brousse périodique devient, sur les anciens défrichements, une véritable catastrophe.

Il empêche ou retarde, en effet, toute installation de la végétation sur le sol dénudé. Or, cette dénudation, d'où qu'elle provienne, exposant directement le sol aux rayons du soleil ainsi qu'aux violentes pluies de l'hivernage, provoque immédiatement une intensification des mouvements des solutions salines à travers les divers horizons. Les mouvements descendants ou de lessivage prennent une ampleur considérable. Les bases, dont une grande partie déjà avait été exportée par les récoltes sans qu'aucun engrais ne soit venu les remplacer, dis-

paraissent les premières. Il y a acidification et ce phénomène d'appauvrissement chimique et de transformation physique est essentiellement irréversible.

Toute végétation sus-jacente un peu dense, en tempérant le climat du sol, ferait se ralentir la vitesse de toutes ces réactions de dissolution ou de précipitation et diminuerait d'autant la vitesse de dégradation, de vieillissement de ce même sol.

On comprend, dès lors, pourquoi le feu de brousse, surtout lorsqu'il passe régulièrement sur d'anciens défrichements, est une véritable catastrophe. On comprend également qu'un des grands remèdes à la dégradation des sols sera leur couverture, à tout prix, par une végétation suffisamment épaisse.

On voit ainsi nettement quelle est la progression des dévastations auxquelles nous assistons. D'année en année, les boisements sont rongés et les sols creusés par l'érosion tandis que s'accélère le processus de leurs transformations internes. Mais ce qu'il faut voir également, c'est que plus encore que les défrichements inévitables puisque jusqu'ici l'indigène n'a que ce moyen pour trouver des sols enrichis et fertiles, les méthodes employées sont à l'origine des dégâts et doivent être mises en cause.

Le massacre des arbres ou leur destruction par le feu lorsqu'ils sont trop gros pour être abattus, la suppression des rejets qui repartent difficilement sur les troncs coupés en V à 30 ou 40 cm. du sol, mettent le boisement dans des conditions difficiles pour se reformer L'épuisement complet du sol par les cultures concourt à ce même résultat.

En outre, le feu dont se sert le cultivateur pour débarrasser sa terre des débris végétaux qui l'encombrent, outre qu'il en durcit la surface en une croûte favorable à la latérification, en modifie profondément la vie microbienne dans un sens particulièrement défavorable à la croissance de la végétation. Tout concourt donc à empêcher le couvert de se reformer rapidement.

Il faut souligner ici que c'est cette pratique des feux de défrichement qui constitue la cause la plus fréquente des feux de brousse. L'action nocive de ces feux est, sur d'immenses surfaces, de même nature que celle des défrichements, sur des surfaces restreintes. Il y a dénudation et modification profonde du climat des sols. Or, ce qui compte, ce n'est pas tellement la destruction de tel ou tel boisement en tel ou tel point particulier que la généralisation de ce fait et plus exactement que la généralisation de la dénudation des sols. La latérisation doit être une question de surface et c'est en cela que les feux de brousse sont particulièrement dangereux. Ils prolongent au loin l'action du défrichement.

Par suite de la destruction des rejets et des jeunes plants issus de semis, de l'élimination progressive des espèces annuelles, il devient

impossible pour le couvert de se reformer rapidement sur les sols une fois dénudés. Quant aux cendres que laissent de tels feux et où l'on a voulu voir un engrais annuellement apporté au sol, elles sont pour la plupart entraînées mécaniquement ou lessivées par les premières grandes tornades de la saison des pluies et ne fournissent au sol que peu ou pas d'éléments fertilisants. Elles sont en tout cas infiniment moins intéressantes pour lui que l'humus dont l'enrichirait une végétation continue et qui, par ses propriétés colloïdales, est seul à pouvoir pallier la disparition des colloïdes argileux provoquée par le phénomène de latérification.

Ainsi, le sol se dégrade-t-il lentement, même lorsqu'il n'a pas porté de cultures et la forêt n'arrive-t-elle pas à se régénérer assez vite pour le couvrir ou lui rendre suffisamment de fertilité entre la fin du dernier cycle cultural et le retour des nouveaux défrichements.

Déjà, d'ailleurs, dans certaines régions comme le Fouta-Djallon, les palmeraies du Dahomey, du Togo et, d'une façon générale, les alentours de tous les centres anciennement habités, il n'y a plus de véritables défrichements à effectuer. Les sols étant trop pauvres, aucun boisement n'a réussi à se reformer et il suffit aux indigènes, après un débroussaillement sommaire, de brûler pour avoir un sol apte à recevoir la semence. Mais, par voie de conséquence, comme il n'obtient plus des rendements suffisants, il tend à augmenter les surfaces mises en culture. Automatiquement, il augmente ainsi, à nouveau, les dégâts.

En résumé, si nous récapitulons les diverses opérations qui accompagnent un défrichement, nous voyons qu'elles sont toutes dangereuses pour le sol défriché comme pour la région tout entière :

— Sol dénudé brutalement en pleine saison sèche, exposé à une insolation brutale puis aux violences des premières grandes tornades,

— Arbres et arbustes mal coupés, et pour la plupart détruits,

— Gros arbres tués,

— Perte presque complète des cendres résultant des brûlis,

— Destruction partielle de l'humus superficiel,

— Modification profonde de la micro-faune du sol avec disparition ou réduction des éléments les plus intéressants,

— Propagation des feux de brousse,

d'où finalement : *accélération des processus irréversibles de latérification.*

Nous touchons là au centre, au nœud profond du véritable drame qui se joue dans ces deux zones de l'Afrique et dont l'homme est l'auteur à demi inconscient.

C'est donc, en premier lieu, sur ces différentes façons de faire que nous devrions agir, si nous voulons ralentir ou diminuer la dégradation et l'appauvrissement général des sols des zones guinéenne et soudanienne.

En suivant attentivement le processus de ces opérations, il nous sera facile de voir que, de toutes, c'est le feu de brousse qui est le plus néfaste et que, de plus, il s'oppose aux multiples tentatives que nous pourrions faire pour couvrir ou reboiser les sols. En étudiant les causes de propagation des feux de brousse, nous verrions que la principale réside dans les feux de défrichement ou de nettoiement des champs et que, par conséquent, il y a, à la base de tout cela, une question de « *méthodes culturales* ». Or, pour remplacer les méthodes culturales actuelles par d'autres, il faut en avoir mis au point qui soient praticables par le cultivateur moyen, qui n'exigent pas de lui des efforts plus importants que ses anciennes méthodes et qui lui rapportent au moins autant, en produits de toutes sortes. Il n'y a rien de tel, à l'heure actuelle, et c'est donc finalement une question de *recherches agronomiques*.

Quoi qu'il en soit, nous ne saurions mieux conclure cette étude sur les phénomènes de dégradation des sols qui se passent dans les zones soudanienne et guinéenne qu'en reproduisant, ci-dessous, des extraits du rapport de H. Scaetta, publié dans la Revue de Botanique appliquée de janvier 1940 et concernant les résultats de sa mission sur l'érosion et la dégradation des sols en Afrique Occidentale Française.

« D'une manière générale, procédant du S. au N. dans le sens du méridien, la latéritisation du sol se fait en profondeur sous le climat équatorial ou sub-équatorial humide et devient de plus en plus superficielle au fur et à mesure qu'on approche des frontières septentrionales de la bande tropicale (zone du climat à une saison des pluies et à une saison sèche).

Quelle que soit la position géographique (qu'il y ait concrétionnement latéritique en profondeur ou près de la surface), la dégradation superficielle du sol agit dans un sens unique et général : *elle relève dans le profil le niveau de concrétionnement; elle en accélère le durcissement; elle en favorise l'épaississement.*

Nous avons vu que ces processus *sont provoqués par la disparition ou une modification importante de la végétation et par l'enlèvement ou le décapage du solum.* Il suffit de l'amincissement de cette couche, sans qu'il y ait enlèvement brutal, pour accélérer la montée des solutions latéritisantes et déterminer ainsi la cimentation, par les oxydes de fer et d'alumine, de toute la couche illuviale. A un horizon encore friable, et par conséquent facilement perméable aux courants liquides et gazeux du profil, et que les racines peuvent percer, nous substituons une plate-forme rocheuse dont l'épaisseur peut varier de quelques centimètres en station concave à plusieurs mètres (12-14 m. et plus) en station bombée ou sub-horizontale.

L'homme influe ainsi dans le sens d'une accélération du cycle évolutif de la latérite aussi bien en régime humide équatorial qu'en régime tropical. L'importance des modifications qu'il cause au pay-

sage climopédo-floristique n'est évaluable que par rapport à la capacité énergétique du climat à réparer les perturbations induites dans l'enveloppe biologique. Malheureusement, comme nous avons dit, de telles actions sont à peu près irréversibles. Tandis que l'homme peut, dans une certaine mesure, réparer les dégâts représentés par la dégradation superficielle du sol (et quand nous disons « sol » nous comprenons tout ce que le sol comporte : végétation et agriculture), il ne peut rien, directement, contre les phénomènes qui modifient inexorablement la physionomie de territoires étendus. Il est évident que lorsque les atteintes apportées à la végétation et au sol (incendies, abattages inconsidérés, etc.), s'opèrent en climat tropical, les conséquences sont d'autant plus graves que nous aurons favorisé l'apparition en surface d'immenses plates-formes latéritiques dures, où tous les types de cuirasse peuvent coexister en rapport avec le sous-sol géologique. Ces cuirasses à peu près stériles, provoquent à plus ou moins longue échéance la disparition de la vie humaine. Les hauts plateaux du Fouta-Djallon en Guinée, d'immenses zones du Soudan et de la Colonie du Niger, sont des exemples parmi les plus saisissants de ce phénomène grandiose ».

Il faut ajouter encore une remarque importante, à ces évocations. Sauf exception non encore signalée ou rencontrée, il ne semble pas qu'à l'heure actuelle, les plaines soumises à l'alluvionnement des crues périodiques, subissent une dégradation de ce genre. Mises en valeur, elles conservent longtemps leur fertilité, elles ne se stérilisent jamais de la façon qui vient d'être décrite et le retour des cultures sur les parcelles abandonnées après épuisement, se fait après un temps de repos relativement bref.

Autre remarque, ces terres sont loin d'être toutes livrées à la culture, soit que les cultivateurs y répugnent, soit, le plus souvent, que l'irrégularité et la violence des crues et des décrues, les rendent pratiquement inutilisables. En particulier, la haute vallée du Niger et de ses affluents comporte une série d'immenses plaines que des travaux relativement peu coûteux permettraient de rendre ou de donner à la culture.

On comprendra facilement que, pour une population donnée, la mise en culture de ces terres où la mécanoculture aurait son maximum de rendement et d'efficacité et dont il serait facile de maintenir le potentiel de fertilité, économiserait d'autant les réserves forestières et, diminuant le nombre et la fréquence des défrichements, donnerait aux jachères le temps de se reboiser.

C'est de toute évidence, un des aspects de la solution du problème qui nous préoccupe. Cependant, elle présente le gros inconvénient de grouper en un seul point toutes les rizières d'une région et d'augmenter, ainsi, les risques que la population court du fait des invasions acridiennes. Contre ce risque, le cultivateur indigène se prémunit en

dispersant ses champs et l'expérience a prouvé que c'était un moyen efficace.

Nous touchons là du doigt un des aspects les plus révélateurs de l'adaptation de l'Agriculture indigène à des conditions de milieu dont il nous faudra tenir le plus grand compte lors du choix d'une solution.

c) ZONE DE LA FORET DENSE.

Limitée selon M. A. Aubréville aux seules régions où les chutes annuelles minima de pluie sont de 1.350 m/m et où la saison sèche la plus longue ne dépasse pas 2 à 3 mois, (4 mois si la pluviosité est plus forte que celle indiquée ci-dessus), la région de la forêt dense comprend des zones où la forêt n'existe presque plus, comme les cercles de Kissidougou et Beyla en Guinée Française, ceux d'Atakpamé au Togo et de Porto-Novo au Dahomey et où cette disparition indique une dégradation des sols du même type que celle qui a été signalée à propos de la zone guinéenne. Nous sommes là, en effet, aux limites extrêmes de l'extension de la grande forêt ou tout au moins du bloc de forêt dense qui occupe la majeure partie du Libéria, de la basse Côte d'Ivoire, et de la basse et moyenne Gold Coast.

Le même phénomène semble bien se produire partout aux lisières de ce bloc à tel point que le rapport forestier concernant la Côte d'Ivoire, celle de nos colonies du groupe A. O. F. où la forêt dense a le plus d'importance, porte, en première ligne, au bilan des dévastations, la régression de la forêt dense. D'après L. Bégué, Conservateur des Eaux et Forêts, chef du service des Eaux et Forêts de la Côte d'Ivoire (Contribution à l'Etude de la végétation forestière de la haute Côte d'Ivoire (Larose 1937), la forêt dense de la Côte d'Ivoire a régressé sous l'action de l'homme (défrichements et feux) et les formations arbustives disparues ont fait place à des formations de savane herbeuse. Celles-ci, prolongement des formations de même valeur des savanes boisées climatiques guinéennes, ont été soumises comme elles à l'action des feux de brousse, et, les mêmes causes engendrant les mêmes effets, ont subi et continuent de subir encore, ainsi que nous l'avons vu déjà pour ces mêmes savanes, une dégradation progressive de leurs sols marquée sur le terrain par une dégradation parallèle de leur couvert. Il faut souligner ici que cette opinion, si elle est assez généralement soutenue, est cependant infirmée par certains faits cités par A. Aubréville, qui sembleraient prouver que la régression de la forêt dense n'a pas été aussi forte, en Côte d'Ivoire, qu'on l'avait tout d'abord estimé.

Il n'en reste pas moins que des régions comme les cercles de Kissidougou et Beyla en Guinée Française, ont été déboisées, en grande partie, depuis notre arrivée, tant par les kissiens producteurs de riz de montagne que par les feux et les dévastations des éleveurs de Beyla. De même, le Bas Togo et le Bas Dahomey n'ont vu disparaître

la mince bande de forêt dense qui, à travers eux, reliait les peuplements de Gold Coast à ceux du Nigéria, que peu de temps avant notre arrivée. Je ne cite que pour mémoire le Massif du Fouta-Djallon dont l'altitude et le climat avaient fait un îlot de forêt dense en pleine zone guinéenne et que la dégradation, sous toutes ses formes, a transformé et transforme encore tous les jours en un massif dénudé, démantelé, stérilisé en bon nombre d'endroits et presque incapable de jouer encore le rôle de château d'eau qui est le sien vis-à-vis des fleuves côtiers de la Guinée, de quelques affluents du Haut Bassin du Niger, mais surtout de presque tout le bassin du fleuve Sénégal.

L'étude de ce type de dégradation a été faite au chapitre précédent. Mais, il existe, sous le climat de la forêt dense, une autre forme de dégradation provoquée par l'abondance des précipitations sur des sols dénudés ou insuffisamment couverts et la permanence ou la prééminence des courants descendants des eaux d'infiltration.

Tout comme le processus étudié plus haut, elle aboutit à l'appauvrissement progressif et, parfois même, à la stérilisation presque complète de ces terres. C'est la dégradation par lessivage, la podzolisation des argiles rouges ou le simple lessivage mécanique des sols trop siliceux. Ce phénomène est d'autant plus rapide et profond que les sols en question sont moins riches en bases. A vrai dire, ce phénomène ne semble actuellement présenter un caractère de gravité que dans deux régions, un peu excentrées par rapport à la grande masse de la forêt tropicale : le bas Dahomey et le bas Togo. Tous deux sont encore couverts de palmeraies et la forêt dense n'y existe plus, sauf en quelques rares endroits où elle a été conservée (au Dahomey surtout) sous forme de « bois fétiches ». Les palmeraies, bien que qualifiées de peuplements spontanés, sont l'œuvre de l'homme qui les a protégées et plus ou moins entretenues au cours des âges. Elles ne peuvent être comparées qu'à des formations forestières secondaires venant sur un sol déjà dégradé et appauvri du fait de la disparition des boisements primitifs, après un cycle de mise en culture et un début d'épuisement par lessivage. La richesse relative des sols de ces palmeraies s'est conservée à peu près intacte jusqu'au jour où deux cultures vivrières traditionnelles, celle du maïs et celle du manioc, sont devenues cultures d'exportation. Leur extension rapide, hors de rapport avec les besoins alimentaires des populations très denses de la Côte, la nécessité de leur retour fréquent sur des terrains encore insuffisamment reposés, ont abouti, assez rapidement, à un épuisement presque complet en éléments nutritifs et plus particulièrement en bases, des horizons superficiels de ces sols. Par voie de conséquence, la dénudation excessive qui en est résultée a produit sur les palmeraies le même effet que les méthodes de « clean weeding », actuellement proscrites. Ce double effet d'appauvrissement par culture et par lessivage est actuellement si accentué qu'il met en péril l'avenir même de la palmeraie et, par là, l'économie du pays tout entier. Le fait que

de nombreuses tentatives de régénération de la palmeraie par coupes à blanc suivies d'une plantation de sujets choisis ou sélectionnés aient échoué plus ou moins complètement, est caractéristique à cet égard. Ainsi, cette palmeraie serait donc devenue en de très nombreux points une palmeraie « relikt », en équilibre biotique extrêmement instable, tout juste capable de se maintenir un certain temps encore, mais certainement incapable de se régénérer ou d'être régénérée par les moyens habituellement employés. Si l'on tient compte du fait qu'en 1938, dernière année de référence normale, le Dahomey exportait 35.737 tonnes de maïs, 38.404 tonnes d'amande de palme et 8.960 tonnes d'huile de palme et palmiste, soit, en tout, 83.101 tonnes contre 100.000 tonnes d'exportation totale et que le Togo, la même année, exportait 21.269 tonnes de maïs, 2.600 tonnes de dérivés du manioc, 8.651 d'amande de palme et 522 tonnes d'huile de palme et palmiste, soit 33.042 tonnes contre 52.400 tonnes d'exportation totale, on voit que de toute évidence, ce sont les productions dominantes de ces deux pays qui, à l'heure actuelle, sont antagonistes et qu'à laisser aller les choses, on risque de les voir disparaître toutes les deux.

Quelle que doive être la solution adoptée, c'est l'économie générale du pays qui en souffrira car il est bien évident que ce sont les cultures annuelles qui devront s'amenuiser et par endroits disparaître, pour permettre la sauvegarde, l'entretien et si possible l'accroissement du patrimoine foncier que représentent les palmeraies du Dahomey et du Togo.

A entendre les cris d'alarme que poussent les services agricoles de ces deux territoires et à lire leurs rapports où sans cesse on parle d'épuisement des régions côtières, il semble qu'il soit grand temps d'agir.

Lorsqu'il s'agit de sols très siliceux, le processus de dégradation qui consiste surtout là en un lessivage pur et simple, peut se traduire encore plus rapidement par une stérilisation complète des horizons supérieurs. Un très bel exemple de ce phénomène a été donné par la palmeraie du Jardin d'essais de Bingerville où l'on ne put installer quelques plantes de couverture qu'au bout de longues années d'efforts et d'enrichissement systématique à coups de compost ou de fumier artificiel. C'est le sort de tous les cordons littoraux imprudemment défrichés ou déboisés.

Dans le même sens, il faut signaler également l'épuisement progressif des plantations arbustives indigènes dont le sol en partie dénudé, jamais enrichi, se dégrade suivant le processus général étudié tout à l'heure, par appauvrissement dû aux récoltes successives et au lessivage qu'aucun apport d'engrais ou de quelque matière que ce soit ne vient jamais compenser. Ce phénomène est à l'origine du dépérissement des plantations indigènes de cacaoyers de la Côte d'Ivoire et, sans aucun doute, en provoquant un affaiblissement physiologique des

arbres de ces plantations, les met en état de moindre résistance, vis-à-vis des parasites animaux ou végétaux qui les attaquent chaque jour davantage. Cependant, si du point de vue économique cette dégradation des sols des plantations est chose grave puisqu'elle doit conduire assez rapidement à la destruction et à l'obligation de renouveler les surfaces complantées, elle revêt, du point de vue « destruction des sols », une importance moindre que les autres actions déjà signalées, puisqu'elle n'intéresse, au maximum, que 280 à 300.000 ha. de la zone de la forêt dense.

A ce propos, nous ne saurions passer sous silence, les dégâts causés aux sols de cette zone par les mauvaises méthodes de défrichement et d'entretien de certaines plantations européennes. Le « clean weeding », fort usité jusqu'à une date récente, serait évidemment à proscrire partout.

Mais, s'il est regrettable que de telles erreurs aient été commises, il n'en reste pas moins que les superficies ainsi maltraitées sont relativement peu étendues au regard même de centaines de milliers d'hectares détruits par les cultures indigènes abusives, puisque, les concessions européennes de café-cacao de Côte d'Ivoire occupant environ 35.000 ha., il est difficile de penser que les plantations européennes de la zone de la forêt dense occupent en superficies défrichées, plus de 50.000 ha.

Nous devons également évoquer le problème des savanes des régions côtières de la zone de la forêt dense. Ces savanes sont, quant à leur formation, l'objet de vives controverses. Les uns prétendent qu'elles résultent du déboisement de la forêt par les populations de la Côte, les autres qu'elles sont « fossiles » et représentent les vestiges réduits peu à peu par la forêt, d'un climax aujourd'hui révolu. A l'appui de la première thèse vient le fait qu'en Guyane, dans des conditions de climat à peu près identiques, se sont créées après déboisement et cultures épuisantes, d'immenses savanes herbeuses que la forêt ne parvient pas à réduire et qui ne sont plus utilisées aujourd'hui que pour l'élevage.

Par contre, l'étude des sols de ces savanes semble prouver l'existence d'un climat plus aride, antérieur au climat actuel et qui serait à l'origine de ces formations.

Les plus basses proviendraient du colmatage d'anciennes lagunes.

Mais, ces dernières mises à part, « ces savanes sont installées sur des formations géologiques qui ne se rencontrent nulle part ailleurs en Côte d'Ivoire; ce sont des sables, grès et conglomérats, de galets, de quartz à ciment gréseux de l'époque tertiaire » (R. Portères — Les Annales agricoles de l'A. O. F. — Janvier 1937) et il s'est donc trouvé réalisé là, un « climax » particulier peu favorable à l'installation de la forêt; cependant, le fait que celles d'entre elles qui étaient voisines des centres habités (comme Bingerville) soient actuellement presque

entièrement stériles et impropres à toute culture, sauf sur leurs lisières, prouve encore une fois la nocivité des méthodes culturales indigènes, que ce soit dans la zone climatique de la forêt dense ou dans les autres zones. S'il est juste de souligner que la pauvreté primitive de ces savanes et leur état de dégradation, causes de l'échec de la plupart des tentatives de plantation qu'on y a faites (caféier entre autres), ont pesé lourdement sur leur évolution, il n'en reste pas moins que sans l'exploitation par les indigènes et sans les feux qui accompagnent cette mise en valeur, leur superficie aurait, vraisemblablement déjà, considérablement diminué.

En résumé, nous voyons donc que la zone de la forêt dense, rongée sur ses bords par une dégradation semblable à celle des zones soudanienne et guinéenne, est l'objet, à l'intérieur de ses limites, d'une autre forme de dégradation dont le danger, s'il est sérieux, est cependant bien moindre.

En fait, le Bas Dahomey et le Bas Togo mis à part, il ne revêt nulle part l'aspect angoissant qu'il a dans les autres zones climatiques. C'est que là, par suite de l'humidité constante de la forêt, le feu ne s'étend pas. Le feu de brousse ne peut pas concourir à la dégradation du sol, il ne peut entretenir son état de déboisement et le facteur principal de dégradation, celui dont dépend la vitesse de reboisement, n'est plus, en fait, que l'état d'épuisement dans lequel se trouve le sol, après culture. Là encore, ce sont donc les méthodes de culture qu'il faut incriminer.

Comme pour les zones précédentes, au-dessus d'une certaine densité de population, elles sont dangereuses et aboutissent rapidement à une diminution considérable de l'habitabilité des régions considérées.

Cependant, malgré la dégradation qu'elles entraînent, il sera relativement facile, en l'absence des feux de brousse, d'y trouver un remède. Cela sera d'autant plus facile que, sauf lorsqu'elle est poussée à ses conséquences extrêmes, cette dégradation par podzolisation, ce lessivage n'entraînent pas, pour les sols, de transformations physiques aussi profondes ni surtout aussi rapides que la latéritisation.

Ainsi, l'étude des différentes zones de l'Afrique Occidentale Française nous révèle deux modalités de dégradation physico-chimique des sols. L'une, la plus courante, intéresse l'ensemble des régions à climat soudanien et guinéen, c'est-à-dire la plus grande partie de cette Fédération, et y engendre des phénomènes d'altération que nous pouvons ralentir et presque arrêter en couvrant le sol d'une végétation suffisante, mais qu'il n'est pas en notre pouvoir de faire rétrograder. Là, toute étape franchie est acquise à la dégradation.

L'autre, moins généralisée, intéresse la région climatique de la forêt dense et se trouve être rarement poussée à ses conséquences extrêmes. On peut presque toujours y remédier par un traitement approprié du sol. Elle est donc infiniment moins dangereuse, sans que, toutefois, il faille en sous-estimer l'action.

Dans toutes ces zones climatiques, l'érosion, sous toutes ses formes, joint son action destructrice à celle de la dégradation physico-chimique et cet ensemble de faits aboutit à la dégradation générale des sols tropicaux et équatoriaux partout où, sous l'influence des défrichements, des déboisements intensifs, des méthodes d'élevage et des feux de brousse, l'équilibre sol-végétation-climat, se trouve avoir été rompu à la suite de la dénudation de sols primitivement couverts.

Cette dégradation semble moins intense dans la zone sahélienne où, par contre, l'érosion éolienne est active surtout sur les sols cultivés.

Partout, à l'origine de ces actions, on retrouve l'homme et ses méthodes d'exploitation du sol.

Depuis quelques années, les cris d'alarme retentissent de toute part, indiquant, semble-t-il, une recrudescence du phénomène.

A vrai dire, les forces naturelles qui sont en jeu ne doivent pas avoir beaucoup varié, mais il est infiniment probable que, par suite de l'extension des cultures et de la généralisation des feux de brousse (certains chefs les proscrivaient autrefois) on ait dépassé, dans de nombreuses régions, le point d'équilibre entre les forces de destruction et les forces de régénération. Et ces régions sont évidemment les plus peuplées, d'où le malaise actuel.

Tel est le bilan qu'il est possible d'établir, au sujet de la dégradation des sols, en Afrique Occidentale Française. Il y manque encore de nombreuses précisions (le contour des zones très menacées est encore un peu vague) et surtout l'appui de nombreuses observations scientifiques. C'est sur ces points que devront porter, surtout, les prochaines enquêtes.

Si l'on a insisté, un peu longuement, sur ces régions, c'est que le spectacle qu'elles offrent est le même pour toute l'Afrique tropicale et équatoriale. Dès lors, il nous suffira pour les autres territoires étudiés, de délimiter les régions particulièrement atteintes en se rappelant, qu'à de rares exceptions près, les causes et les modalités de la dégradation sont partout presque intégralement, les mêmes.

Cameroun.

L'enquête a donné peu de résultats.

Comme pour l'Afrique Occidentale Française, les trois formes principales de dégradation se retrouvent dans les trois principales zones climatiques. Cependant, la présence d'un massif montagneux dépendant du Haut Cameroun, le climat spécial de ces régions d'altitude et la fréquence des reliefs tourmentés ont fait que, presque partout, l'érosion semble jouer le rôle principal.

Le rapport annuel agricole 1945 du Cameroun nous donne quelques renseignements sur la région Nord du Cameroun.

Voici ce qu'on y lit :

« Dans la région montagneuse du Mandara, la disparition du boisement des montagnes, l'abandon des terrasses Kirdi à la suite des » migrations, l'usure et la disparition des ouvrages naturels de retenue » des terres et de réglementation des eaux sauvages, ont provoqué la » descente dans la plaine et vers la cuvette Tchadienne des limons » fertiles. Les eaux ont entraîné par le ravinement les sables dans les » mayos de la plaine et les substances fertilisantes en dissolution sont » emportées et souvent définitivement perdues. Sur le lieu même de » l'érosion il ne reste le plus souvent qu'un squelette infertile.

» Les régions les plus fertiles de la plaine sont situées dans les » bas-fonds, sur les terres alluvionnaires des mayos et d'une manière » générale partout où l'érosion n'a pu exercer son action stérilisante.

» Dans la région de Maroua, nous pouvons dire que toutes les » montagnes ont subi le processus d'érosion et sont soumises actuellement à son dernier stade (ravinement). D'abord boisées et pour» vues de sources pendant une longue période de l'année, ces monta» gnes jouaient un grand rôle dans le micro-climat en captant les » pluies d'orages. Actuellement, à chaque nouvelle saison, les eaux » ravinent les montagnes. Comme témoignage, nous citerons le ravin » situé au pied de la montagne de Maroua (derrière la prison) et le » ravin qui longe la route vers Godola.

» Sur la plupart des montagnes de la plaine de Maroua, on trouve » la trace de l'installation d'anciennes populations généralement dési» gnées sous le nom de « Kirdi ». Ces populations déboisèrent les » montagnes et utilisèrent les richesses d'un sol humique. Pour lutter » contre le ravinement des terres, que le couvert naturel ne protégeait » plus, ils durent construire des terrasses de soutènement. Ils rempla» cèrent ainsi le rôle physique de l'état boisé par des ouvrages arti» ficiels régulateurs des eaux de ruissellement.

» L'abandon de ces montagnes par les Kirdi doit remonter à » l'arrivée des foulbés dans la région. On signale la présence de » nombreux Kirdi sur la montagne de Maroua, il y a une vingtaine » d'années. Actuellement, il n'en reste plus qu'un petit village. Après » le départ des Kirdis, les terrasses de retenue des terres et des eaux » s'effondrèrent et il ne resta plus sur leur aire qu'une flore grami» néenne ligneuse avec quelques essences xérophiles.

» Ainsi, par le déboisement et l'érosion, la désolation a succédé » à la vie des plantes et des hommes. »

Outre ce cas assez particulier quoique d'un intérêt certain, on constate dans toute la zone Nord du Cameroun, une dégradation des sols dont l'ampleur est comparable à celle des sols de l'Afrique Occidentale Française.

Les causes de ce phénomène ont été données dans le rapport consécutif à l'enquête lancée par la Direction de l'Agriculture.

Ce sont :

1° — Déboisement par les cultures pour les sols riches.

2° — Déboisement par les feux de brousse.

3° — Epuisement des terres par la succession des mêmes cultures, sans apport de fumures ou de façons culturales améliorant la surface du sol.

4° — Pratique de la jachère sans apport de plantes améliorantes.

5° — Asséchement des terres pendant une trop longue période de l'année (5 à 6 mois), entraînant la stérilisation des terres dénudées, par durcissement de la couche superficielle (latérisation), par l'épanouissement en humus (insolation).

6° — Ensablement des terres :

Des sols riches sont recouverts de sable, soit par l'apport des eaux débordant les mayos ensablés, soit par les vents.

On y retrouve les mêmes facteurs qu'en Afrique Occidentale Française.

Plus au Sud, pour la région de M'Bam, les constatations sont les suivantes :

« D'une manière générale, les terres de la Région du M'Bam sont » fertiles. Mais, en plusieurs endroits, l'intervention de l'homme a » détruit cette fertilité.

» La végétation herbacée, représentée principalement par l'Impe- » rata, le Sissongo..., forme la savane qui est incendiée chaque année » avec toute la végétation arborescente. Elle est appauvrie dans l'éten- » due de plusieurs villages.

» Dans l'ensemble, le massif forestier de jadis a disparu et n'est » représenté, par endroits, que dans les régions Babouté, Ngorre, » Nguila, Banen et Balom.

» La forêt n'existe plus qu'en ces galeries et îlots forestiers se » trouvant le long des rivières et des ruisseaux et dans les déclivités » des terrains. Cette forêt rétrograde chaque année par l'action de » l'homme : incendie de la savane, abatage d'arbres pour la construc- » tion, le chauffage, la menuiserie, l'installation des champs vivriers. » Elle est peu fournie en de nombreux endroits et ses essences de » valeur : acajou, Iroko, Assié, Paddouk..., ont une hauteur et un » diamètre inférieurs à ceux de la vraie forêt du Sud.

» Ainsi, petit à petit, la forêt a perdu de sa valeur, laissant place » à la végétation herbacée où la matière ligneuse n'est représentée » que par des arbres rabougris, indice d'une terre de fertilité mé- » diocre.

» Cependant, par le fait de la culture extensive pratiquée jusqu'ici » par l'indigène, les terres impropres à toute culture sont rares à trou- » ver. L'appauvrissement du sol qui, jusqu'ici, ne fait que se poursuivre

» dans certaines régions de savane, n'a pas encore atteint un stade » maximum pour pouvoir nuire à la végétation de toute espèce de » culture. »

Dans cette région, les dévastations se constatent surtout sur les flancs de certaines montagnes et sur les plateaux actuellement couverts de savanes herbeuses; mais la fertilité générale des terres, la faible densité de la population et le climat chaud et humide sont autant de causes de limitation des dégâts.

Même constatation en ce qui concerne la région du Haut Nyong.

La région du Haut-Nyong est très peu atteinte par la dégradation du sol. Elle est presque entièrement située dans la zone forestière, et la faible densité de sa population (2,13 au km^2) ainsi que le peu de concessions en valeur ne risquent pas de mettre celle-ci en danger dans un temps proche.

Une pluviosité assez bien répartie (saisons sèches peu tranchées et courtes), et l'état hygrométrique très élevé de la région donnent une végétation ininterrompue facilitant le reboisement naturel. Reboisement d'ailleurs peu entravé par les méthodes culturales des autochtones (cultures vivrières). En effet, les cultures vivrières annuelles, (arachide, mais, etc.) ne sont pas renouvelées sur un même terrain avant une période de 5 ou 6 ans; tandis que les cultures plurannuelles (bananiers, manioc, etc.), plus épuisantes, ne sont pas répétées sur une parcelle avant 15 ou 20 ans

Malgré ces rotations à longs termes, les essences végétales changent, et après trois ou quatre débroussaillements de la forêt secondaire, la végétation devient uniquement herbacée (pennisetum).

Dans la Région donc, aucune dévastation parvenue à terme. Cependant une zone, minime il est vrai par rapport à la superficie totale, est en cours de latérisation.

Cette zone peut être évaluée approximativement à 900 km^2 (la superficie totale de la Région du Haut-Nyong est d'environ 38.000 km^2). Cette surface en cours de dévastation est formée par une bande rectangulaire de 10 à 15 km. de largeur s'étendant le long de la limite Nord de la Subdivision de Doumé.

La bande en question est contiguë à la limite nord de la forêt et est coupée de quelques coulées forestières (rives des marigots) très étroites.

Le terrain a un relief peu accentué, il est légèrement mamelonné par des termitières plus ou moins anciennes. Les vallées des rivières sont peu encaissées.

Cette bande de terrain est divisée en deux par une ligne de crête allant en s'affaissant vers le Nord. Les pentes sont très faibles et le cours des rivières très sinueux.

Sur cette région, l'espèce végétale dominante est « Imperata cylindrica ». Cet impérata occupe toutes les parties élevées et les plus sèches. Assez dru en allant vers les bas-fonds, il devient rare sur les mamelons fortement latéritiques, où il entrave peu les transformations chimiques du sol par les agents atmosphériques ainsi que l'érosion due aux pluies.

Comme cette bande de terrain est soumise chaque année aux feux de brousse, le peu de matière organique pouvant se former est détruit. Cette couverture déjà bien médiocre diminue de plus en plus.

Dans les vallons ou les bordures des ruisseaux, se développe le « Sissongo » (*Pennisetum purpureum*) qui, lui, protège assez bien le sol par sa couverture. Malheureusement, ces parties couvertes par le pennisetum sont, dans la Région, recherchées pour la culture de l'arachide et, les feux de brousse aidant, les surfaces ainsi couvertes diminuent. Le pennisetum est peu à peu remplacé par l'imperata.

Le terrain a une très faible valeur agricole. Aucune culture arbustive dite « riche » ne peut y être effectuée. Dans les parties les moins atteintes, le manioc, l'arachide sont cultivés par les indigènes, les rendements sont d'ailleurs plus faibles que dans les autres villages de la Région. Le maïs est cultivé dans les meilleurs endroits.

Les cultures demandant une plus grande richesse et une assez forte humidité (bananier, xanthosema, etc.) sont faites dans les coulées forestières. Elles sont de plus en plus réduites faute de terrain convenable.

Ces dernières cultures occasionnent de gros dégâts aux quelques parties boisées qui existent encore. En effet, la plantation de ces vivriers implique l'abatage des arbres, et les indigènes brûlent toujours les bois coupés. Le reboisement de ces parcelles est difficile et jamais complet car touchant la savane, elles sont atteintes par les feux de brousse

Dans cette bande en voie de dégradation, les 4/5 au moins de la surface totale sont impropres à toute culture. Tout au moins aucune culture n'y peut être faite avec profit, malgré toutes les façons culturales désirables.

La couche latéritique ne forme pas encore une masse compacte, mais cette roche entre pour une grande proportion dans le sol. Le sol agricole est peu profond et souvent la masse latéritique affleure la surface.

La vie des quelques indigènes habitant cette zone n'est pas sensiblement différente de celle de leurs voisins du Sud. Ils trouvent encore suffisamment de bois dans les galeries forestières pour la construction de cases semblables à celles du Sud.

Cependant, leur nourriture n'est plus du tout la même. Leurs cultures vivrières ont une importante différence.

Tous les vivriers demandant un terrain profond et frais (bananier, xanthosema, etc.) sont, comme nous l'avons dit, fort rares dans cette zone, faute de terrain *ad hoc*. Ces vivres, au contraire, sont abondants et forment la presque totalité de la nourriture de leurs voisins de même race mais habitant en pleine forêt.

Sur la route de Doumé-Bertoua, le chef supérieur des Bakoums a autorisé ses administrés habitant la zone en question à venir faire ces cultures sur ses propres terres situées plus au Sud.

Les autochtones stationnés sur cette bande de savane font une grande consommation de maïs. C'est d'ailleurs le seul endroit de la Région du Haut-Nyong où le maïs soit cultivé sur une assez grande échelle. »

La région de N'Tem présente encore moins de traces de dégradation. Quelques pentes, des « points » de dégradation mais, dit le rapport, à proprement parler, pas de surfaces dégradées.

D'après les caractéristiques de la végétation où les essences secondaires commencent à dominer, il semble bien que cette région n'en soit que tout au début de son cycle de dégradation.

Voici d'ailleurs ce qu'on en dit :

« La dégradation des sols n'étant pas encore poussée, à part de rares endroits, plus loin que le stade latérite jeune, la régénération naturelle s'effectuant assez rapidement, les cultures n'ont pas été modifiées et ne sont pas en voie de modification. Seule une baisse des rendements chez l'indigène implique une itinérance des cultures dans le périmètre des terres réservées à chaque village. L'indigène disposant d'espaces assez vastes ne revient pas de longtemps sur les mêmes lieux, laissant le sol au repos. Les légumineuses d'ombrage à feuilles caduques qui peuplent la région, régénèrent vite ces espaces, qui seraient stérilisés en peu de temps si la croissance des arbres et des plantes arborescentes n'était pas aussi rapide que celle des graminées.

Il n'y a pas encore lieu de s'alarmer et aucune mesure curative n'est à envisager. »

Dans les régions Bamiléké et Bamoun, très montagneuses, à sommets élevés, l'érosion, à la suite de dénudations excessives, a joué et joue toujours un grand rôle. Le rapport signale des zones de latérification. Vu la latitude, cette assertion demande à être vérifiée et, d'autant plus, que ce terme est souvent employé dans des sens différents.

Zone comprise dans le polygone limité par les vallées du MVI, du MBAM, les montagnes du MBAPIT, du NKOGAM, du MBAM.

« — 50.000 hectares environ.

— Latérisation très avancée sur les sommets et versants de cette zone mamelonnée. Souvent, affouillements et glisssements de terrain en bordure des marigots importants.

— Mamelons de quelques dizaines d'hectares séparés par des marigots avec raphiales. Altitude relative : quelques centaines de mètres par rapport aux vallées.

— Zone couverte vraisemblablement, il y a quelques siècles, d'une forêt sèche (cf. forêt sèche actuelle à *Erythrophloeum* entre Ngaoundéré et Betare-Oya). Disparition de cette forêt à la suite d'événements historiques ayant multiplié les zones de culture et les feux de brousse. A l'heure actuelle, zone de savane herbeuse avec un peu partout des îlots arbustifs (Lophira, Butyrospermum, Bauhinia, Psorospermum, Entada, Erythrina, Cussonia, Combrétacées et Anonacées...) mais arbustes ne pouvant se développer que par rejets annuels à la suite de feux de brousse, ceux-ci fort injustifiés sur de telles étendues (chasse par le feu). (Protection des villages.) Donc sol mis à nu, débuts de formation d'une croûte latéritique superficielle en de nombreux endroits.

En bordure des marigots importants, pentes non fixées par la végétation, facilement affouillées. »

Montagnes du MBAPIT, du NKOGAM, du MBAM.

« — 50.000 hectares environ.

— Erosion par le ruissellement.

— Sommets de 1.500 à 2.000 mètres et plus (pays bas voisin 800 à 1.000 mètres). Massifs de forme générale conique mais avec versants très entaillés par des vallées ramifiées. Pentes très abruptes, parfois falaises verticales rocheuses.

— Phénomène d'érosion quasi obligatoire mais très aidé par l'action des feux de brousse et de quelques défrichements qui ont fait disparaître la forêt existante, soit forêt d'altitude à Podocarpus, soit forêt sèche sur les bas versants. Ces feux, qui se justifient peut-être pour le renouvellement de l'herbe des pâturages nécessaires à l'élevage primitif pratiqué sur ces montagnes, pourraient sans doute, à défaut d'autres pratiques d'élevage plus rationnelles, être limités quant aux surfaces qu'ils atteignent chaque année, vu l'importance des troupeaux. »

Chefferie des Hauts Plateaux de la Subdivision de Bangangté.

« — 10.000 hectares environ.

— Latérisation assez avancée sur beaucoup de sommets et versants.

— Collines hautes de 200 et 300 mètres par rapport aux vallées.

— A l'heure actuelle, zone de savane herbeuse avec quelques îlots arbustifs ravagés chaque année par les feux de brousse. Sols mis à nu une partie de l'année, latérisation assez prononcée. Là où le terrain est encore cultivé, cultures sur gros billons dans le sens de la pente qui, s'ils sont plus faciles à réaliser que les billons ou les ter-

rasses dans le sens des courbes de niveaux, s'opposent beaucoup moins au maintien des terres (cf. zone grasfiels de Bamenda et pays Bamoun). »

Monts de BATCHA.

« — 5.000 hectares environ.

— Erosion par le ruissellement.

— Massif culminant vers 2.000 mètres; versants à faible déclivité, dominant un pays accidenté de 1.200 mètres à 1.500 mètres d'altitude moyenne.

— Quelques cultures encore même en altitude, mais partout ailleurs, vaste massif dénudé, où la roche affleure bien souvent, recouvert d'une savane herbeuse et, dans quelques dépressions, de vestiges forestiers. Chaque année, feux de brousse, en apparence peu justifiés. »

Massif de FOREKE NDOUN.

« — 15.000 hectares environ.

— 15.000 hectares environ.

— Erosion par le ruissellement.

— Massif culminant vers 1.800 mètres, environné d'une zone accidentée dont les sommets atteignent souvent 1.500 mètres, zone s'étendant dans toutes les directions, sauf vers l'Ouest où le massif du Foréké Ndoun est séparé de l'extrémité Sud de la chaîne des Bamboutos (pays Mbo) par l'entaille de la vallée de la Ménoua (vers 800 mètres d'altitude)

— Plusieurs ilôts forestiers importants (versant Sud du Mt. Foréké Ndoun), mais partout ailleurs, en direction de Balessing, de Fotouni, pays dénudé couvert d'herbe, parfois raviné et rocheux sur certains versants, parcouru chaque année par les feux de brousse (renouvellement de l'herbe pour les pâturages sur des surfaces certainement baaucoup plus importantes que celles strictement nécessaires à cette méthode primitive d'élevage). Habitat surtout concentré dans les vallées, avec des cultures sur gros billons dans le sens de la pente, parfois du haut en bas des versants, favorisant le ruissellement; un système de billons en chicane dans le sens de la pente, réunis par de petites terrasses de niveau, s'observe parfois mais n'offre certainement pas les avantages de la culture sur billons ou terrasses de niveau, avec haies vives au besoin, pour le maintien des terres. »

Monts MANENGOURA.

« — 15.000 hectares environ.

— Erosion par le ruissellement.

— Vaste surface conique descendant du sommet (2.250 m.) vers le S., l'E. et le N.-E., jusqu'à 800 à 1.000 mètres d'altitude environ; nombreux cratères égueulés ou non sur les flancs de cette montagne.

— Quelques vestiges forestiers en altitude et vers le Sud, mais partout ailleurs, vaste étendue de savane herbeuse, mise à feu chaque année pour le renouvellement de l'herbe nécessaire au pâturage des animaux de la Compagnie Pastorale. Affouillement et éboulements en bordure des torrents qui descendent vers le Nkam. »

En ce qui concerne le massif des Bambutos et le plateau Bamiléké, on ne peut manquer de citer la belle étude qu'en a faite M. Jacques-Félix, Maître de Recherches du cadre des Laboratoires du Service de l'Agriculture aux Colonies et d'en extraire les pages suivantes :

« C'est un surcroît d'agrément pour l'œil que de voir dans les hautes prairies circuler un troupeau de bovins. Vus de la crête supérieure, les champs en damiers taillés dans la forêt de la Cross River sont aussi pleins de charme. Mais les méfaits de ces activités humaines joints aux feux sont déjà très sensibles en montagne : agriculteurs et pasteurs scient la branche sur laquelle ils sont assis.

LES DEFRICHEMENTS. — Le plateau Bamiléké, du nom de la race qui l'occupe et lui a donné son caractère, est un véritable bocage où le sol est intensivement cultivé et l'objet d'une propriété très stricte. Les Bamilékés, très prolifiques, ont cherché à s'étendre et ont attaqué les premières pentes des Bambutos. On peut encore voir des hameaux au-dessus de 2.000 m. La végétation naturelle est, nous l'avons vu, entièrement détruite à ce niveau par une culture extensive, elle-même en nette régression. On reconnaît les vestiges de cette étendue passée à des sillons mal effacés par une végétation anthropophile et quelques ficus isolés sont ce qui reste d'anciennes clôtures. Ces cultures consistaient surtout en Xanthosema, courges à graines oléagineuses, ignames, maïs, toutes productions assez exigeantes en chaleur et pour lesquelles une haute altitude ne convient guère. Mais les Européens ayant introduit la pomme de terre qui, elle, exige sous cette latitude la fraîcheur des sommets, les Bamilékés en ont très rapidement adopté la culture. Aujourd'hui, ils produisent ce tubercule, non seulement pour la vente, mais aussi pour leur consommation. Aussi voit-on depuis quelques années s'ouvrir d'importants défrichements dans la végétation vierge jusqu'alors des sommets. Un hameau (Meusa) a planté ses huttes basses parmi les Adenocarpus, à 2.500 m. Un marché hebdomadaire se tient en ce lieu et c'est un spectacle curieux que d'y voir les ressortissants britanniques, appuyés sur de longs bâtons, remonter de la Cross River des hottées de pommes de terre pour les y échanger contre des produits tropicaux ou manufacturés apportés du versant français.

C'est la forêt de Lasiosiphon glaucus qui est attaquée et sera très rapidement détruite.

LE PATURAGE. — La pratique du pâturage est beaucoup plus récente que les défrichements des pentes inférieures; elle leur a succédé mais n'a pas les mêmes auteurs, car les Bamilékés ne font pas

d'élevage. Elle remonte à l'arrivée des pasteurs Bororos (1). Ces nomades, toujours à la recherche de pâturages nouveaux pour leurs zébus, font des passages saisonniers sur la montagne. Mais la surcharge désastreuse de la prairie est plus récente. Elle date de l'installation à 1.800 m. d'une ferme expérimentale allemande remplacée depuis par une Compagnie française d'élevage qui n'a fait qu'aggraver les méfaits. La surcharge se traduit d'abord par la disparition des herbes les plus alibiles pour ne laisser que le seul Sporobolus pyramidalis; puis une conséquence infiniment plus grave est le ravinement On peut voir sur les pentes le réseau de multiples sentiers creusés jusqu'à la roche par le cheminement du bétail. Ces fossés isolent les touffes de Sporobolus qui sont ainsi portées sur autant de témoins de l'épaisseur de l'ancien sol.

Plus récemment, les troupeaux parcourent également les prairies du sommet. Leur action, peut-être moins pernicieuse, se traduira toutefois par d'importantes modifications de la végétation : extinction de certaines espèces, introduction d'espèces banales. Ce bétail sans gardiennage erre partout à sa guise et il n'est pas rare de voir quelques vaches se frayer passage dans les bosquets et profaner les stations les plus fermées.

LE FEU. — Le défrichement, générateur de la combinaison feu-prairie me paraît de beaucoup le facteur de destruction le plus grave. Je viens de montrer que l'excès du pâturage peut avoir une action directe sur le sol des pentes par le ravinement et, en conséquence, sur la végétation. Le feu, successeur et serviteur des deux facteurs précédents, me paraît moins important. Cette hiérarchie établie, je m'empresse d'ajouter que c'est au feu plus qu'au climat que sont dues les différences de végétation entre les versants O. et E. Du seul point de vue climatique, ces différences tiennent surtout aux facteurs défavorables. Je veux dire que le surplus de précipitations reçu par les versants O. en saison des pluies compte beaucoup moins que l'action desséchante du vent sur les versants E. au cours de la saison sèche. A cette action du vent sec se joint celle du soleil. On peut distinguer, là aussi, un adret et un ubac avec cette différence que l'adret y est défavorable. Les pentes les plus propices à la végétation seront donc N.-O. et les moins propices S.-E.

Mais ceci ne serait rien sans l'intervention du feu. Les incendies trouvent déjà un aliment plus favorable sur les pentes E. desséchées et, poussés vers les sommets par un vent sec et continu, ils sont largement propagés. Enfin, et j'insiste sur ce point, le vent, complice du feu à tous égards, le rend particulièrement nocif. Arrivant sur les pentes sous un angle très ouvert, il attise les flammes de son souffle, les plaque au sol, les fait consumer leur végétation jusqu'aux racines.

(1) Les Bororos sont des Peuls venus du Niger il y a environ un siècle.

Je n'ai pas été témoin d'incendies sur les Bambutos. Début janvier, la végétation herbacée était encore verte; à une deuxième ascension en mai, elle était en croissance. C'est sur d'autres massifs de la région que j'ai pu observer des feux au cours des mois de janvier, février et mars : Au Mt. Bana (également sur le plateau Bamiléké dans le S.-E.); aux Nko-Gam et Mbapit (dans la région déjà plus sèche de Foumban); au Gotal (plus au N. encore au-dessus de Banyo). »

En conclusion, M. Jacques-Félix demande la mise en réserve de ce massif des Bambutos dont les boisements sont en voie de disparition sous les coups des défrichements, des pâturages et des feux C'est là l'aspect classique et maintes fois rencontré déjà, de la dégradation des sols tropicaux.

Par contre, dans la subdivision de M'Banga, les dégâts constatés sont presque nuls par suite, dit le rapport, de la faible densité de la population, de la richesse du sol (origine volcanique) et de la puissance de la végétation. Il n'y a pas de cultures itinérantes.

Or, la densité de la population est, dans cette subdivision, de 15 à 20 au km^2. Partout où on la trouve en Afrique Occidentale Française, et plus particulièrement au Fouta-Djallon, région montagneuse comme la région de M'Banga, on constate des dégâts étendus et très avancés. D'où vient la différence ? Peut-être un peu du climat, mais plus certainement encore de la richesse des sols. *Pas de cultures itinérantes*, dit le rapport. Et cela nous amène à penser que si l'on arrivait à fixer les cultivateurs indigènes au sol en mettant à leur disposition des méthodes de culture accessibles à leurs faibles moyens matériels et capables de conserver la fertilité primitive des sols, on serait bien près de trouver la solution cherchée.

Encore une fois, c'est une question de Recherches Agronomiques.

L'érosion du sol dans le massif du Mandara (Nord-Cameroun)

par

A. VAILLANT,
Ingénieur d'Agriculture Coloniale.

SOMMAIRE

I — SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le massif du Mandara appartient à la grande chaîne éruptive qui se prolonge au Nord-Est des Monts du Cameroun et va en s'atténuant du Golfe de Guinée au Lac Tchad. Il est situé entre le 13° et le 14°30 de longitude Est et le 9° et 11°30 de latitude Nord. Son altitude moyenne varie de quelques centaines de mètres à 1.000 mètres environ. Dominant au Sud-Ouest la vaste cuvette tchadienne, le massif sépare le système hydrographique de cette vaste région du bassin de la Bénoué.

II. — FACTEURS D'EROSION :

L'érosion du massif par les eaux de ruissellement provoque la descente des sables granitiques sur les alluvions fertiles de la plaine, obstrue le lit des fleuves, rend difficile, sinon impossible, tout écoulement, transforme le pays en vastes marécages (Yaérés) et favorise au moment des crues la capture des fleuves au profit du bassin inférieur de la Bénoué.

Les problèmes qui intéressent les phénomènes d'érosion de la partie méridionale du Lac Tchad ont été étudiés par divers auteurs (1). Nous ne préciserons ici que les renseignements indispensables à la compréhension de ces phénomènes dans la région du Mandara.

I. — FACTEURS CLIMATIQUES :

a) **Saisons et pluies :**

Il y a une saison sèche très longue d'octobre à avril qui dure huit mois environ et une saison pluvieuse courte et torrentielle du 15 mai au 15 septembre qui dure quatre mois.

Au Sud, et dans la région montagneuse (Mokolo), les chutes de pluie atteignent 1.000 mm. par an.

Au Nord, vers les massifs moins élevés, les pluies atteignent 600 et 700 mm. par an.

Les pluies sont orageuses et violentes et atteignent leur pleine intensité au mois de juillet-août. Elles sont précédées de bourrasques de vent et de sable.

b) **Température :**

La température moyenne est très élevée (28° à 30°) avec des maxima de 50° et des minima de 10°.

Il y a deux maxima de température (avril et octobre) correspondant au passage du soleil au zénith et un minimum absolu au milieu de la saison sèche (janvier).

L'érosion mécanique agit sur les roches surchauffées le jour et se refroidissant brusquement la nuit par suite d'un rayonnement intense (ciel très clair). Cette érosion mécanique augmente le pouvoir d'attaque de l'érosion chimique (chaleur et eau): feldspath kaolinisé, libération des grains de quartz, biotite en voie de chloritisation.

Les sols humides et couverts sont mieux protégés contre l'érosion.

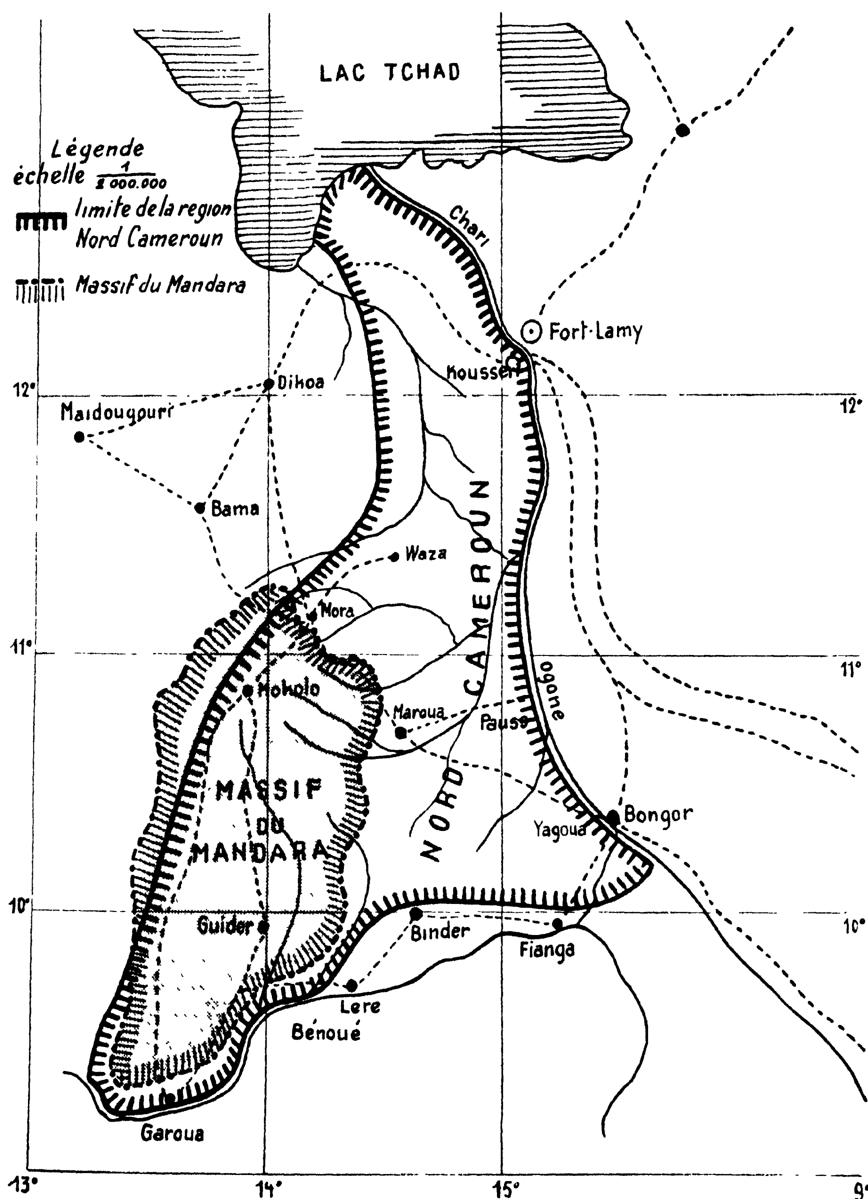
c) **Vents :**

Les vents sont parfois très violents et atteignent 150 km. à l'heure. Leur action érosive est faible dans le massif. Elle est plus importante pour le colmatage du lac et l'envahissement des terres de culture par les sables sahariens.

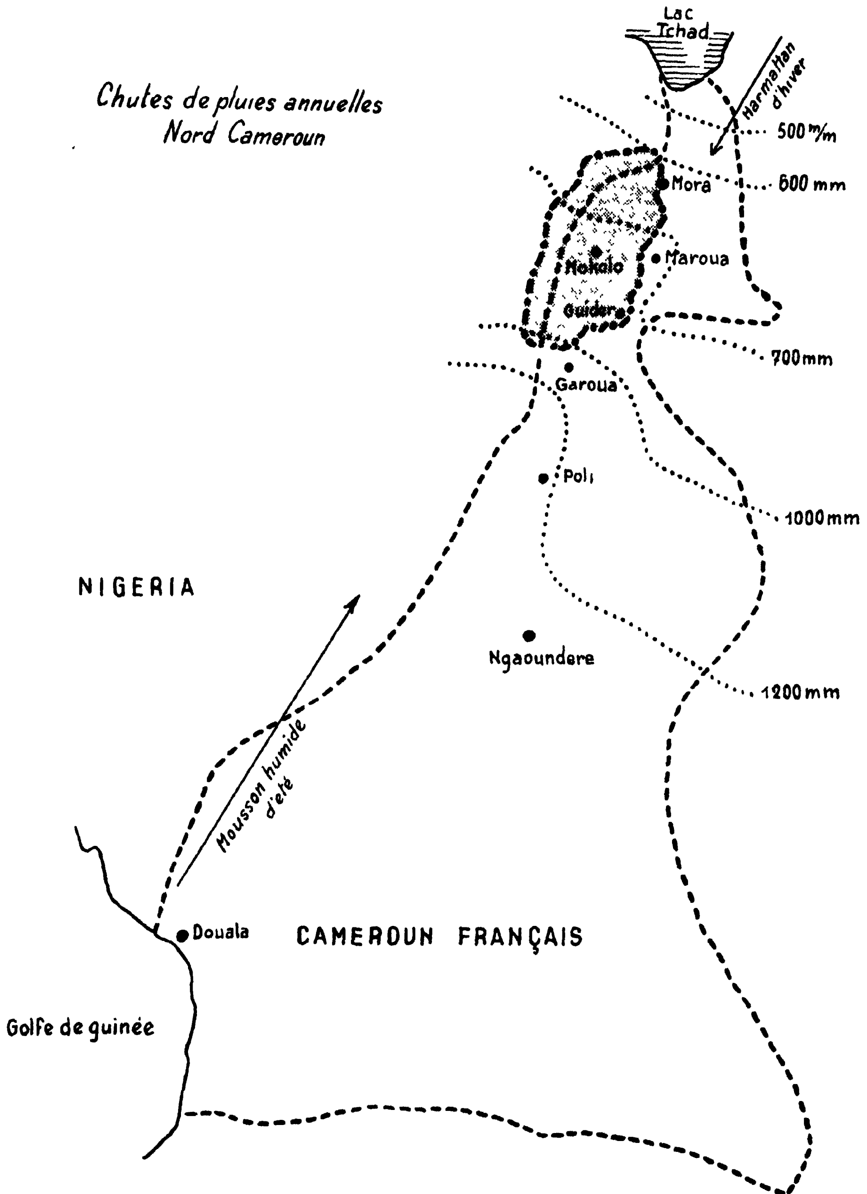
L'action érosive des vents dans le massif se traduit surtout par un assèchement des terres, condition défavorable à la croissance de certaines espèces ligneuses intéressantes.

L'Harmattan souffle de février à avril du Nord-Nord-Est ou Nord-Ouest sur toute la cuvette tchadienne. Après s'être réchauffé sur les sables du Sahara il est devenu très sec.

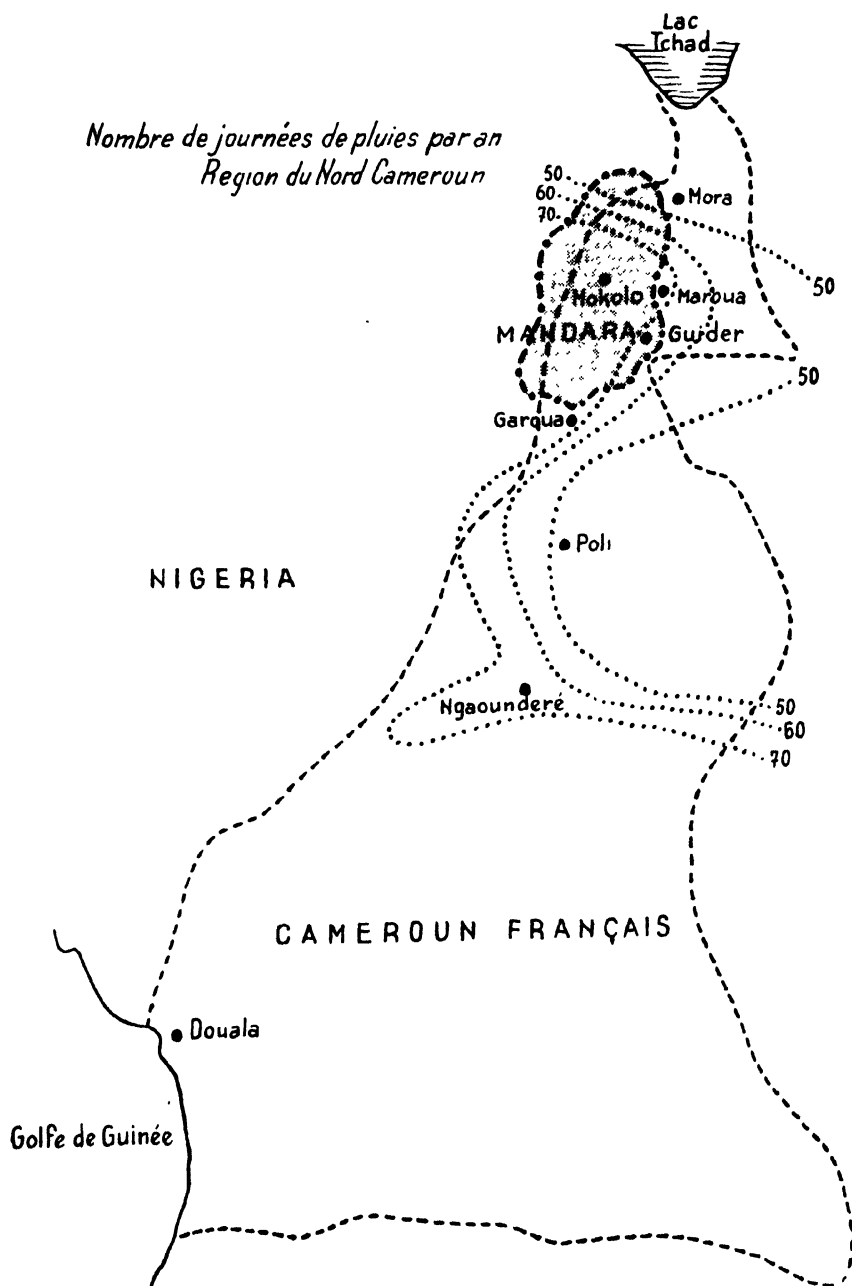
(1) Voir bibliographie citée en référence par M. Jacques-Félix dans le *Bulletin Agronomique*, n° 3 *(L'Agronomie Tropicale)*.



La région Nord-Cameroun et le Massif du Mandara.



Chutes de pluies annuelles
Nord Cameroun
Lac
Tchad
Harmattan d'hiver
500 m/m
600 mm
Mora
Maroua
Mokolo
Guider
700mm
Garoua
Poli
1000mm
NIGERIA
Ngaoundere
1200 mm
Mousson humide d'été
Douala
CAMEROUN FRANÇAIS
Golfe de guinée


Lac
Tchad
Nombre de journées de pluies par an
Region du Nord Cameroun
50
60
70
Mora
50
Mokolo
Marbua
MANDARA
Guider
50
Garoua
Poli
NIGERIA
Ngaounderé
50
60
70
CAMEROUN FRANÇAIS
Douala
Golfe de Guinée

La mousson humide vient du Sud-Ouest (Golfe de Guinée) et apporte les seules pluies de l'année (mai à septembre).

2. — FACTEURS DU RELIEF :

Les montagnes du Mandara, en faisant abstraction des appareils volcaniques, sont constituées par des granites et granito-gneiss à granite dominant.

Suivant l'état d'érosion, les formes du massif sont plus ou moins arrondies ou abruptes, avec des pitons, des pics, des grands blocs écroulés pêle-mêle. Des successions de terrasses descendent le long des pentes. Il y a des gorges étroites, des vallonnements et des hauts plateaux.

Bien en avant des massifs, détachés dans la plaine, on voit de petites montagnes et des collines ennoyées dans la plaine sédimentaire (alluvions quaternaires du Tchad : argiles, sables, calcaires). (Voir carte.)

Par suite des excès d'un climat sec, la décomposition des granites donne le plus souvent un aspect ruiniforme (Mandara de Guider). Les cours d'eau y affectent un régime torrentiel, charriant des blocs de rochers, des cailloux, du sable et des alluvions. Des barrages filtrants seraient nécessaires.

Les sols qui proviennent de la décomposition des granits sont généralement pauvres et sableux, les éléments fins ayant été entraînés par les eaux de ruissellement. On a parfois des sols poussiéreux, à très faible rétention par suite de la destruction du complexe colloïdal (1).

3. — FACTEUR HYDROGRAPHIQUE :

Les cours d'eau ayant un régime torrentiel arrivent avec violence dans la taille où ils entaillent profondément les argiles augmentant le colmatage des fleuves et du Lac Tchad. Les sables déposés en premier lieu engorgent les rivières qui débordent en larges inondations ravageant les cultures.

Ces cours d'eau sont de simples collecteurs des eaux de pluie, généralement à sec en saison sèche. On creuse alors dans le sable de leur lit des trous pour se ravitailler en eau. Mais cela ne suffit pas toujours en pleine saison sèche.

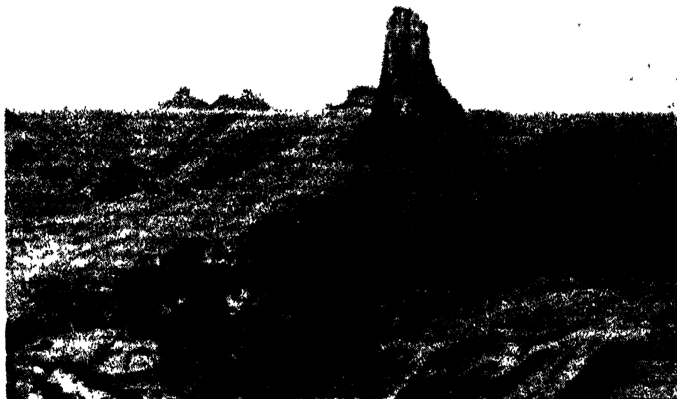
Les sources sont très rares et le plus souvent taries.

Aucune culture vivrière n'est plus possible.

Cette irrégularité du système hydrographique aggrave et l'érosion du sol et la dégradation de la végétation.

(1) Etude et classification des terres du Nord-Cameroun : Rapport annuel 1945, Région agricole Maroua.

L'examen de ces facteurs physiques montre que nous avons affaire à un climat à caractère continental, à grands écarts de température et



Cliche Jacques-Félix

Village Kirdi (Omsiki).

d'humidité, favorables aux phénomènes d'érosion. Un relief accidenté et un régime torrentiel ajoutent leurs effets d'aggravation.

Mais à côté de ces facteurs physiques facilement contrôlables, des facteurs climatologiques beaucoup moins perceptibles se sont pro-



Cliché Jacques Félix

Terrasses et Euphorbes (Omsiki).

duits sur de très longues périodes. C'est ainsi que l'assèchement du Tchad (1), la formation et la progression des déserts, tiennent surtout à des causes climatiques antérieures à notre ère, à des âges géo-

(1) DE MARTONNE : Géographie physique.

logiques dont nous ne percevons qu'une très lente évolution. Cette évolution est due à la situation continentale des lieux, à l'action des vents desséchants pompant leur humidité, à la zone voisine des hautes pressions des calmes tropicaux particulièrement prédestinée à l'aridité des climats.

4. — FACTEUR DEMOGRAPHIQUE :

Aux facteurs naturels d'érosion s'ajoutent également les besoins culturaux d'une population nombreuse, refoulée de la plaine vers la montagne par les Peuhls conquérants.

La déforestation qui s'en est suivie a aggravé le problème en rendant permanents les feux de brousse de la saison sèche et en dénudant le sol pendant une très grande partie de la saison sèche. Dans les parties abandonnées par la culture. une végétation graminéenne très dense et des peuplements d'acacia ont remplacé les formations végétales anciennes (*Isoberlinia Doka, Daniella Oliveri, Tamarindus indica, Khaya senegalensis, Diospiros, Sarcocephalus, Kigelia, Celtis. .*).

Cette nouvelle végétation offre un aliment facile aux feux de brousse.

Le problème de l'érosion naturelle se double donc ici d'un problème démographique important.

Sur ces massifs surpeuplés où la densité atteint parfois plus de 100 habitants au kilomètre carré, les conditions d'existence deviennent très difficiles et toutes les terres disponibles peuvent à peine suffire aux cultures de subsistance (mil, voandzou, haricots, hibiscus, cyperus.).

Aussi, tant qu'une solution ne sera pas intervenue pour répartir cette population sur l'ensemble des terres cultivables de la Subdivision, il ne sera pas possible d'envisager une production agricole proportionnelle à l'ensemble de la population et à son effort réel.

III. — CONSEQUENCES DES PHENOMENES D'EROSION.

La disparition du couvert végétal ligneux, facteur de stabilité des sols, a permis aux agents d'érosion physiques et chimiques d'accroître leur intensité.

Par l'érosion mécanique (chaleur, eau de ruissellement), les matériaux des roches et du sol arable ont été entraînés dans la plaine où ils obstruent le lit des fleuves. Au moment des crues, ceux-ci trop à l'étroit débordent et attaquent les berges pour se créer une autre voie d'écoulement. Les cultures sont souvent ravagées et détruites (rizières). Les alluvions légères sont transportées toujours plus loin vers le bas de la cuvette tchadienne où elles tendent à s'accumuler. Il s'ensuit un colmatage des fleuves et du lac Tchad qui tend à favoriser la capture des eaux au profit du bassin de la Bénoué.

A la décrue, beaucoup de ces fleuves n'arrivent pas à atteindre leur confluence avec le Logone et le Chari et se perdent dans des marécages (Yagoua, Pouss).

Enfin, le régime climatique est affecté par la disparition des boisements dans les massifs. Les condensations des nuages de pluie sont moins fréquentes, les sources se tarissent. Par l'augmentation du ruissellement de surface, le régime des cours d'eau devient torrentiel. Les eaux violentes entaillent profondément les argiles de la base des mas sifs qu'elles diluent et entraînent. Il y a décapage à la surface du sol et ravinement rendant difficile l'établissement des cultures.

L'érosion des terres dans le massif lui-même diminue la valeur des sols culturaux et les possibilités de vie d'une population très dense. Les paysans Kirdi s'en rendent compte eux-mêmes


(Podogo Mora)
Femme Kirdi.


(Podogo-Mora)
Grenier Kirdi.

et apportent tous leurs soins à la construction des terrasses, à la conservation de certaines espèces ligneuses et à la fertilisation de leurs terres Nous verrons les pratiques qu'ils emploient au chapitre de la protection du sol.

IV — ASPECT ACTUEL DE LA FLORE DU MANDARA ET UTILITE DE SA CONNAISSANCE POUR LA LUTTE CONTRE L'EROSION DES SOLS :

Il y a un contraste saisissant entre l'aspect des montagnes en pleine saison des pluies et celui de saison sèche.

De décembre à avril, l'aspect en est si aride que la roche est presque partout apparente, sans aucune protection végétale. On ne croirait jamais, lorsqu'on passe en saison sèche dans ces régions, que ces mêmes montagnes puissent redevenir en saison des pluies entièrement vertes et couvertes de grands arbres aux ramures délicatement feuillues. En pleine saison sèche, on n'aperçoit de loin en loin que quelques cailcédrats, tamariniers, ficus, aux feuilles persistantes, qui montrent que la vie y est possible et que la déforestation y a été l'œuvre de

l'homme, de ses cultures, de ses pâturages et des vastes feux de brousse qui montent à chaque saison sèche à l'assaut de la montagne. Les feux crépitent dans le silence des crépuscules, accusant le destin inexorable de ces lieux voués aux déserts.

En saison des pluies, par contre, de mai à septembre, toute la montagne reverdit. Dès le premier juin, les herbes ont recouvert le sol d'un tapis vert. Les arbustes, les arbres, qui disparaissaient en grisailles pendant la saison sèche, se couvrent rapidement de feuilles ou de fleurs, et donnent au paysage un aspect de verger au printemps. Puis la végétation devient très dense. Les graminées envahissent tous les espaces laissés libres et forment une prairie immense sur laquelle viennent à nouveau pâturer les troupeaux innombrables de bœufs ou de bêtes sauvages. C'est une des grandes richesses du Nord-Cameroun et c'est pourquoi l'élevage y a pris une si grande importance, grâce aussi au Service vétérinaire, dont il faut louer le dévouement et l'effort dans la protection contre les épizooties.

Avec l'arrêt des pluies, tout le pays se dessèche et se vide de sa richesse végétale. A la fin d'octobre et en novembre, on ne voit plus que de hautes herbes sèches couvrir les montagnes de leurs chaumes dorés. Dans la plaine, s'étendent les grandes taches rouille des plantations de mil, dont on a commencé la récolte et, par un contraste saisissant, les étendues vertes des nouvelles plantations de mil d'hivernage *(mil muscuari)* qui peuvent encore végéter grâce à l'humidité d'un sous-sol argileux. Avec la récolte du muscuari et du coton, nous entrons dans la saison sèche et aride. Il n'apparaît plus, de-ci de-là, que des *Commiphora africana*, des *Sterculia*, des *Ficus* et quelques *Combretum*.

La plus grande richesse en essences floristiques des massifs montagneux bordant les plaines provient de ce que, dans ces plaines, les feux de brousse, le pâturage, les cultures, ont détruit la plupart des essences peu résistantes à ces phénomènes destructeurs. La montagne, par contre, offre de nombreux refuges aux plantes dans ses gorges, dans ses vallons et sur ses versants humides. Ces lieux de verdure, ces oasis floristiques, affectent les sinuosités profondes du relief ou longent les cours d'eau et résistent à la saison sèche par leur situation privilégiée.

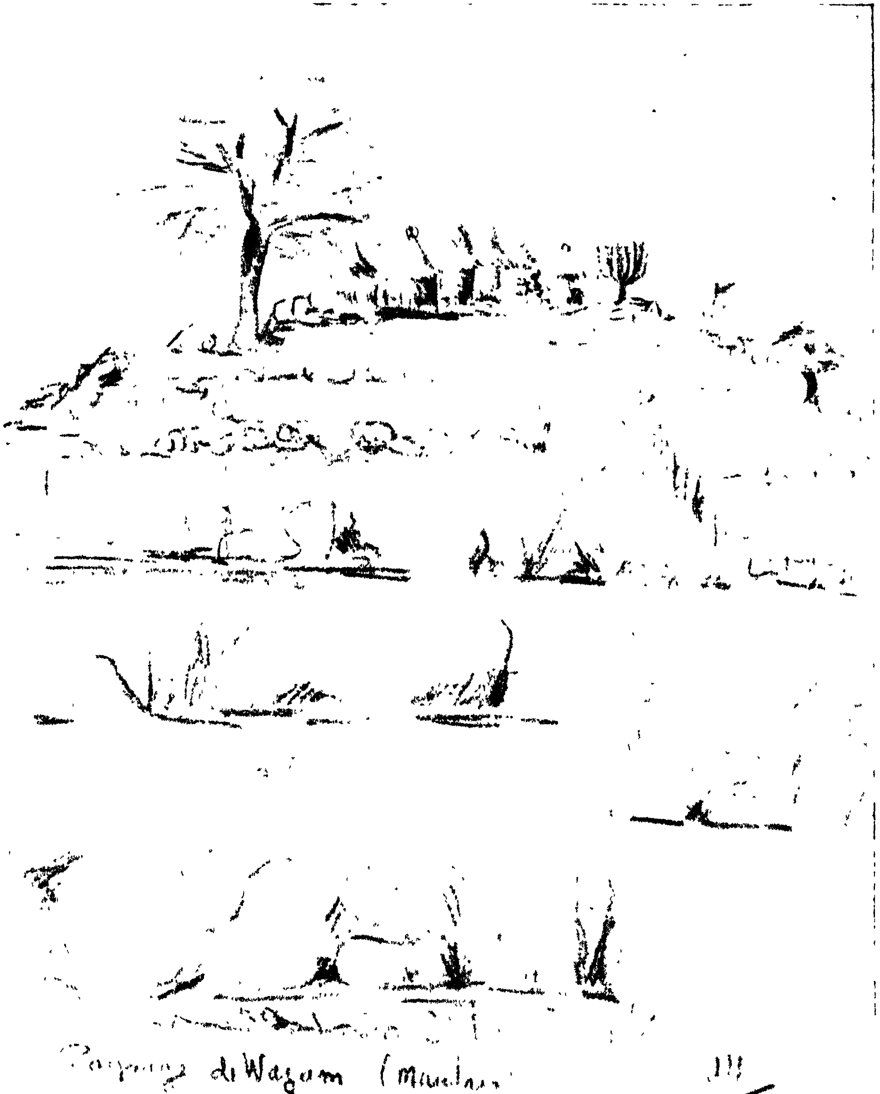
Suivant les affinités de milieu, nous aurons donc plusieurs groupements caractéristiques d'essences :

A. — FLORE DES GORGES HUMIDES ET DES RAVINS :

Ficus divers, *Celtis*, *Diospyros*, *Tamarindus*, *Parkia*, *Cailcédrat*, *Acacia* divers *(campylacantha, ataxacantha, Sieberiana)*, *Vitex*, *Crataeva*, *Haematostaphys*, *Fluggea*, *Randia*, *Erythrina*, *Strychnos*, *Daniella*, *Mitragyne*, *Cassia*. *Vernonia*. *Bombax*, *Zizyphus mucronata*...

B. — FLORE DES PLAINES ARGILO-SABLONNEUSES BORDANT LES MASSIFS :

Ficus divers, *Tamarindus*, *Prosopis*, *Acacia* divers (Sieberiana, albida, arabica, Seyal, chariensis), *Bauhinia*, *Cissus*, *Daniella*, *Bala-*



Paysage de Wazam (Mandara)

nites, *Zizyphus* jujuba et Z. Spina-Christi, *Pterocarpus*, *Anona senegalensis*, *Adansonia digitata*, palmiers doums et rôniers...

Signalons, dans la plaine du Mayo Mangafé, au pied des massifs Mofu de Meri et Ngisar, à l'extrémité de la chaîne de Duvangar, une petite plaine alluvionnaire au confluent du Mayo Zodov, où l'on trouve un peuplement de palmiers doums d'une étendue et d'une beauté uniques dans toute la région. Cette espèce y pousse abondamment, grâce à l'humidité et à la chaleur des alluvions argilo-sablonneuses qui lui sont très propices. Nul doute que le rônier n'y pousse également bien. L'administration pourra prévoir là, comme sur les bords du Logone, des repeuplements intéressants en rôniers, en remplacement de tous ceux qui ont été abattus, depuis de nombreuses années, sans jamais être remplacés.

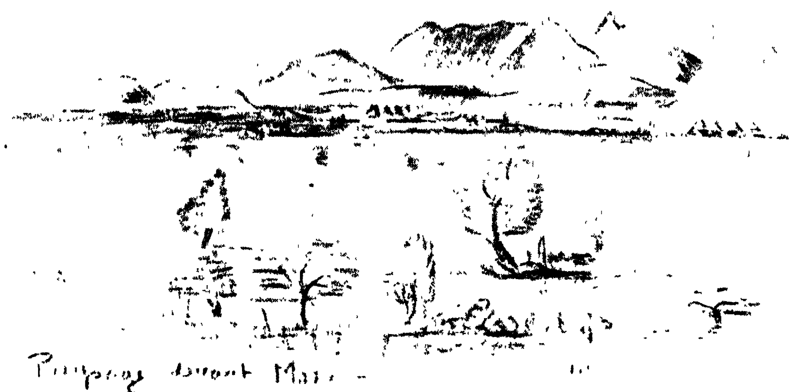
C. — FLORE DES MONTAGNES ARIDES :

Ficus divers, *Commiphora africana, Sterculia tomentosa, Combretum* divers, *Terminalia* divers *(T. Brownei et* T. *macroptera), Adenium Honghel, Euphorbes* diverses...

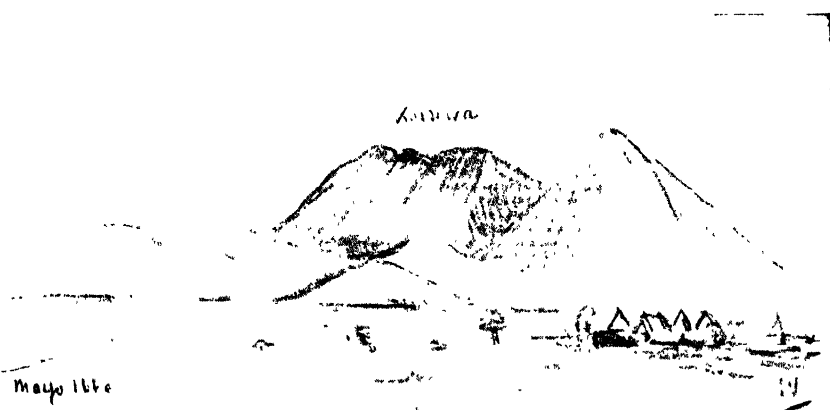
Cet aperçu sur la flore des monts du Mandara montre toute la variété des climats locaux suivant l'exposition des versants, la hauteur des massifs captant les pluies de condensation, la densité de la végétation, l'humidité des terres, la nature du sol. Un des facteurs non moins importants pour la répartition de la flore est celui du système hydrographique de la région du Nord-Cameroun, souvent sans écoulement permanent, et qui est le résultat d'une somme de phénomènes géologiques intéressants à analyser.

En somme, nos observations doivent passer du caractère général au caractère particulier, du climat de l'ensemble d'une région à la répartition locale des pluies, de la formation géologique à la formation particulière des terres, de l'aire et de l'espèce botanique, à l'aire et à l'espèce cultivée.

En ce qui concerne les relations entre les associations végétales spontanées et les cultures, nous devons signaler l'association étroite de *l'Acacia albida* aux cultures des céréales, dans les terres profondes et riches; celle du *Guiera senegalensis* dans les terres légères et sablonneuses convenant aux arachides; celle des *Bauhinia* dans les terres argileuses convenant aux mils rouges; celle des palmiers doums dans les terres alluvionnaires convenant aux reboisements des rôniers; enfin l'association du *Guiera senegalensis* et du *Bauhinia,* indice des terres argilo-sablonneuses convenant à diverses cultures, et tant d'autres rapports phytosociologiques si intéressants à connaître pour déterminer la vocation des sols et la lutte appropriée contre les agents d'érosion et de dégradation des terres.



Paysage devant Mora



Paysage dans la plaine de Maroua.

En ce qui concerne les cultures vivrières et les espèces constituant la flore locale, nous avons déjà publié ces renseignements dans une étude spéciale (1).

V. — PROTECTION CONTRE L'EROSION DU SOL :

Le problème de la dégradation de la végétation et du sol dans le bassin tchadien avait déjà retenu depuis fort longtemps l'attention du monde scientifique. Auguste Chevalier, dès 1900, fut un des précurseurs dans ce domaine, puis vinrent les études du général Tilho et de nombreux savants.

Les Gouvernements français et anglais s'émurent des relations qui leur furent rapportées et, en 1937, une Commission mixte franco-anglaise jeta les premières bases à l'établissement d'un programme commun de défense contre la déforestation et l'envahissement des sables sahariens.

Depuis cette époque qui remonte à une dizaine d'années, rien n'a pu être réalisé de concret pour la préservation de la végétation et du sol dont les problèmes sont si intimement liés. Il est vrai que dix années sont peu de chose lorsqu'il s'agit de reboiser.

Cependant, si l'on excepte quelques réserves forestières de faible étendue dispersées dans la plaine du Mandara ou situées au pied des montagnes, et qui ne semblent pas pouvoir entrer en lutte efficace avec l'érosion intense qui se manifeste dans ces massifs, rien n'a encore été fait pour la restauration du massif du Mandara.

D'autre part, si de nombreux auteurs se sont intéressés à la plaine tchadienne en raison de sa réelle valeur agricole, tant au point de vue des cultures (coton, arachides, cultures irriguées...), que de l'élevage, peu d'études ont été faites sur le massif du Mandara pour sa préservation et sa mise en valeur rationnelle pour les populations nombreuses qui y vivent.

Il convient donc d'arrêter d'une manière urgente un programme d'études et de travaux : établissement d'une carte photogrammétrique, étude géologique, topographique, hydraulique, phytogéographique ayant pour but le classement des terres par vocation pédologique avec les problèmes de préservation qu'elles exigent.

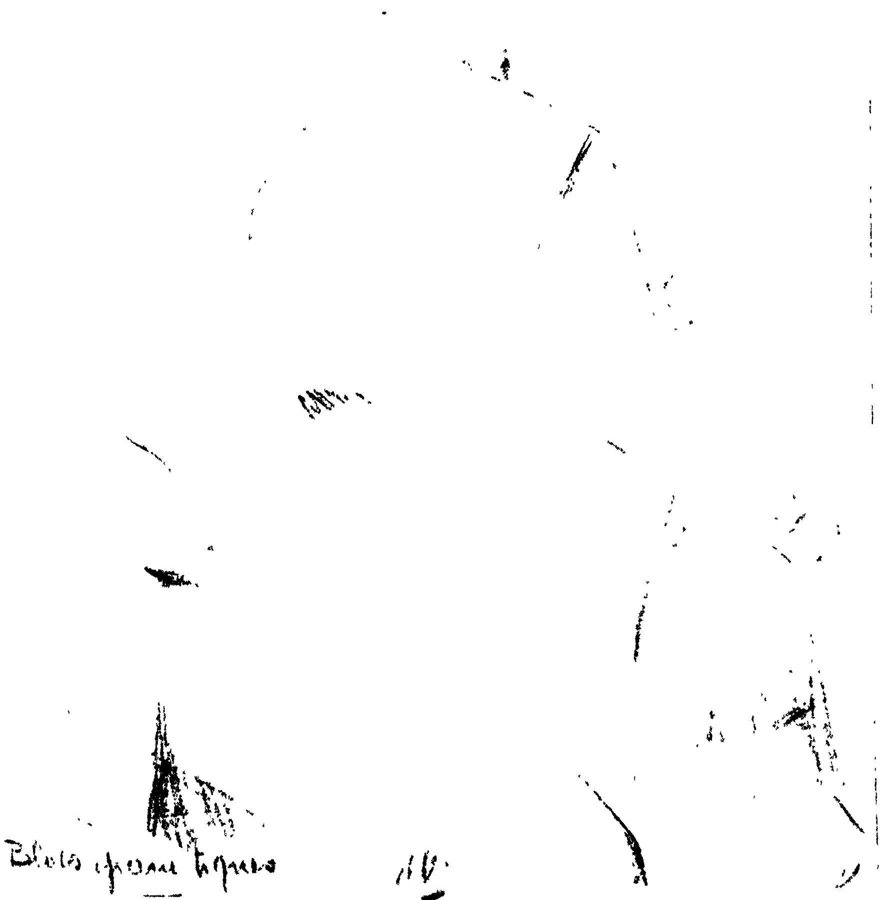
La lutte contre l'érosion, dans les contrées montagneuses, constitue une des principales préoccupations de la préservation des sols.

L'aménagement de terrasses sur les pentes, la discipline des eaux de ruissellement, le maintien du couvert végétal sont les principaux remèdes contre l'érosion. Celle-ci agit en appauvrissant le sol en

(1) Une enquête agricole chez les Mofu de Wazam. *Bull. Soc. Etudes Camerounaises*, mai-juin 1947, n° 17-18.
La flore méridionale du Lac Tchad. *Bull. Soc. Etudes Camerounaises*, mars 1945, n° 9

matériaux fins, en sels solubles, et modifie si profondément sa structure, qu'il ne reste plus, dans la dernière phase de son évolution, qu'un sol squelettique et aride.

La pratique des terrasses s'est développée sous l'influence des



Eclatement des blocs granitiques (variations de température).

exigences du relief et du climat. Nous les retrouvons sur tous les continents où l'homme s'est réfugié dans les montagnes pour y vivre en sédentaire.

Les murs en pierre sèche établis par les populations du Mandara forment une série de terrasses qui retiennent la terre. Au moment des pluies, l'eau est absorbée par ces divers plans horizontaux et ne ruisselle pas à la surface du sol. Toutes ces terrasses forment donc comme autant de cuvettes de terre poreuse qui laissent filtrer lentement l'eau en excès à la base de leurs murs. Longtemps après une forte pluie, une circulation lente de l'eau se continue des terrasses supérieures aux terrasses inférieures. Cette circulation de l'eau et des solutions fertilisantes qu'elle contient explique la fertilité plus ou moins grande des terrasses, suivant leur situation sur le flanc de la montagne.

Le mécanisme principal de la lutte contre l'érosion réside donc dans ces murs de pierre retenant la terre et l'eau. En faisant disparaître la végétation superficielle des arbres et des arbustes, soit par le pacage des bêtes (chèvres), soit par le feu ou la culture, ces montagnards ont donc résolu, dans une très large part, l'action érosive des eaux de ruissellement : là où la flore primitive ne joue plus son rôle, les terrasses y suppléent en retenant l'eau et la terre. Mais, si au cours de circonstances exceptionnelles, ces populations viennent à abandonner certains massifs, alors le sol, non protégé par son ancienne couverture végétale, et aussi par suite de la destruction, avec le temps, des ouvrages de retenue des terres, est soumis à une érosion rapide et définitive.

Ce n'est pas tant l'occupation des montagnes qui est à craindre pour l'érosion que l'abandon des ouvrages d'art qui ont consolidé la terre sur les pentes et discipliné les eaux sauvages et torrentielles. Le problème de protection consiste alors à prévoir et à diminuer l'action érosive du sol dans le cas éventuel d'un abandon des terrasses, ou dans le cas de terres de montagne traitées en cultures périodiques, sans qu'aucune protection ne soit tentée contre l'érosion. Citons à ce propos l'abandon de la montagne de Maroua par les indigènes. On retrouve encore, dans le tapis d'herbes, des vestiges de murs, mais la plupart sont écroulées et laissent couler la terre sur les pentes de la montagne. L'érosion définitive s'établira avec le temps si, comme nous l'avons signalé dans nos rapports sur la région du Nord-Cameroun, aucune tentative sérieuse n'est faite pour le reboisement de ces montagnes par des méthodes agronomiques appropriées.

La roche deviendra apparente, et l'action mécanique et chimique des facteurs d'érosion pourra s'exercer sur elle avec toute son intensité. On en arrivera ainsi à ces paysages ruiniformes si caractéristiques dans la région de Guider et dans tout le massif.

Peu d'essences peuvent jouer le rôle de protection du sol après la disparition de la végétation primitive. Leur action est d'ailleurs le plus souvent insuffisante. Précédant les opérations de reboisement, un rôle important doit être dévolu aux plantes de couverture rampantes, et aux plantes vivaces pouvant lutter contre l'envahissement des

graminées ligneuses. Celles-ci entretiennent les feux de saison sèche et empêchent par leur action étouffante, la régénération par semis des essences de reboisement. L'action protectrice des graminées annuelles est assez limitée, car elle n'empêche pas l'action érosive des



Cultures en terrasses (Mandara).

vents pendant la période sèche, ainsi que celle des premiers orages qui décapent le sol. Un rôle plus important est réservé par les indigènes aux graminées vivaces qui, plantées en bordure de talus, fixent et retiennent la terre. Elles ont d'autre part l'avantage, pendant la saison sèche, de fournir un aliment à la pâture des chèvres.

Beaucoup d'auteurs signalent certaines euphorbes formant des haies dans les parties où s'exerce l'érosion, mais il semble qu'elles seraient surtout utilisées pour la délimitation d'anciens champs abandonnés et que le rôle de protection du sol serait une cause secondaire et indirecte. Nous citerons :

1. *Euphorbia unispina :* tiges rondes à épines isolées : burrodje (fulfulde), kolen (mofu).

2. *Euphorbia kamerunica :* tiges quadrangulaires avec épines par paires superposées sur les arêtes : mambalamdje (fulfulde), balalam (mofu).

3. *Euphorbia poissonii :* tiges cylindriques non épineuses.

A côté des euphorbes, il faut citer l'action plus efficace de nombreuses espèces de ficus au système radiculaire puissant et d'autres essences xérophiles, dont les racines peuvent retenir la terre végétale et lutter contre l'érosion. La nomenclature des plantes pouvant jouer efficacement ce rôle et servir comme plantes de reboisement est assez réduite et peu connue. Une large étude reste donc réservée à la flore du Mandara dans son rôle utilitaire.

Il faudra créer notamment des champs d'expérimentation dans le massif pour reconnaître la valeur des espèces retenues comme plantes de couverture et de reboisement. Il faudra lutter également contre la flore graminéenne dans les massifs à reboiser car elle est génératrice des feux de brousse périodiques. Il appartient à la Région agricole de Maroua d'expérimenter les espèces locales ou d'importation susceptibles de remplir ce rôle encore tout nouveau dans l'agriculture locale, et d'en préciser l'emploi. La défense du sol contre l'érosion est tout autant, sinon plus, du ressort des Services de l'Agriculture que de celui des Forêts.

VI. — REACTION DES CULTIVATEURS MANDARA CONTRE LA DEGRADATION DE LEURS TERRES :

Il est surprenant de voir une population dense vivre depuis des générations sur des massifs où la terre végétale, forcément réduite, est relativement peu épuisée par les exigences répétées de cultures sans cesse renouvelées. Il faut donc qu'à côté de la richesse du sol en produits minéraux de décomposition, des matières organiques suffisantes soient apportées pour maintenir le complexe argilo-humique, éviter la migration des solutions riches en bases, assurer la vie biologique du sol. Dans la pratique, c'est par des moyens empiriques de fumure du sol ou d'apport d'engrais vert, que cet équilibre entre les gains et les pertes est réalisé. Nous indiquerons ici les pratiques de fertilisation des terres utilisées par les Mofu et par les montagnards en général. Elles dénotent une connaissance approfondie des exigences du sol.



Vue panoramique du Massif de Maroua (Montagnes ennoyées dans la plaine).

Les terres étant retenues contre l'érosion par de petites murettes de pierre, l'indigène répand sur ces aires, à l'arrivée des premiers orages, son fumier d'étable, ses ordures ménagères, les cendres de bois et détritus de toutes sortes. Puis il les mélange au sol par des façons culturales. Mais cette pratique est forcément limitée par la faible quantité des fumures provenant d'un élevage peu important. Ce paysan s'adresse alors soit à la pratique des engrais verts, soit à celle de la jachère.

Aussi paradoxale que puisse paraître la pratique des engrais verts chez des populations primitives, les besoins et l'exiguité des terres ont développé chez elles des pratiques culturales plus perfectionnées que chez les cultivateurs des plaines, où le choix des terres et leur fertilité sont plus grands et n'exigent pas autant de soins.

Le mil ayant été planté en tout premier lieu, début des pluies (mai-juin), pousse plus ou moins bien suivant la richesse du terrain. Dans les emplacements laissés libres, là où toute autre culture ne viendrait pas aisément par suite de l'appauvrissement du terrain, les Mofu enlèvent la terre superficielle, enfouissent dans les trous ainsi pratiqués des herbages, des branches feuillues et les recouvrent de terre. Sur ces emplacements sont plantés, la première année, des Cyperus qui y prospèrent très bien. La seconde année, la décomposition des matières organiques enfouies redonne au sol une nouvelle fertilité.

Les plantes utilisées par les Mofu proviennent de toutes sortes d'herbes poussées avec exubérance lors des premières pluies, telles que rameaux d'acacia, ficus, plantes grimpantes, etc.

Il est évident que l'introduction d'une légumineuse améliorante jouerait ici un rôle plus efficace, surtout si elle présentait des avantages alimentaires et fourragers.

Enfin, sur des sols nettement épuisés, les Mofu pratiquent la jachère, en laissant le terrain en friche pendant un certain nombre de saisons. La végétation arbustive spontanée et les graminées reprennent le terrain qui s'enrichit à nouveau d'éléments organiques. Les éléments minéraux, provenant de la décomposition des roches, apportent de nouveaux éléments fertilisants au sol. Sur les terrasses en jachère, les Mofu ont soin de laisser pousser des arbustes utiles. On y rencontre fréquemment des boisements artificiels *(Acacia campylacantha, Terminalia Brownei)* indépendamment d'un arbre particulièrement répandu sur les terrasses : *Acacia albida,* dont nous avons signalé l'association aux cultures de céréales.

A côté des engrais organiques et de la jachère, les Mofu pratiquent, comme les autres populations agricoles, l'assolement des cultures. Ils font succéder une culture améliorante à une culture épuisante. Le mil est épuisant. L'arachide et les haricots ont une action améliorante sur le sol.

Sur la dégradation des Sols dans quelques régions menacées au Togo

par

E. ROBIN,

Chef du Service de l'Agriculture

INTRODUCTION

Dans un rapport antérieur établi par l'ingénieur Pierron avec la collaboration de MM. Fontaine, Ingénieur et Gaillaguet, Conducteur en Chef, les différentes zones de culture du Togo français ont été étudiées successivement.

Rappelons quelles sont les principales régions naturelles du Togo, caractérisées par leur géologie, leur climatologie et aussi par leurs populations dissemblables

A — GEOLOGIE

1° Région sud comprenant plusieurs formations .

a) les sables et alluvions récents (quaternaire), sables marins des dunes constituant le cordon littoral, sables d'alluvions des fleuves, rivières et lagunes;

b) les sables continentaux (tertiaire, pliocène), terre de barre;

c) une dépression argilo-marneuse (éocène), de Tokpli à Togblékové

2° Plaine de l'Est : située entre la chaîne des monts Togo à l'Ouest et la frontière du Dahomey à l'Est, et la limite des cercles côtiers au Sud, à l'au delà de Sokodé au Nord.

Le sol provenant de la décomposition des schistes cristallins est constitué par une terre brune légère de 15 à 30 cm. de profondeur sur un sous-sol généralement en voie de latérisation à sa partie supérieure, toutes les phases de cette évolution s'y trouvent : couleur rougeâtre, durcissement, apparition des granules, concrétions, conglomérats. C'est la région de prédilection des cultures vivrières : igname, maïs, arachides, haricots, pois d'angole, manioc. C'est également la zone du coton.

3° Monts Togo : système montagneux orienté SW-NE à l'Ouest du territoire dans sa partie méridionale, plus au Nord, au delà

de Sokodé et vers les pays Kabrès et Lossos, la chaîne s'infléchit vers l'Est, traverse le territoire dans le sens SO-NE pour se terminer au Dahomey (Massif de l'Atakora).

Ce soulèvement est composé de micaschistes et de quartzites; les sommets sont à un degré extrême d'érosion, les quartzites mises à nu par les eaux de ruissellement abondent en surface, le sol est constitué par une terre silico-argileuse reposant sur un lit de quartzites; les fonds de vallées, les thalwegs sont des terrains de culture très recherchés.

4° La zone intermédiaire entre les deux précédentes est toute en longueur, elle s'étend sur les contreforts des monts Togo et sur une étroite bande de plaine avoisinante. Elle est constituée par des schistes métamorphiques avec intrusions de granites, de microdiorites, de roches éruptives appartenant aux familles du gabbro et de la péridotite et d'un cortège de roches cristallophyliennes.

Au point de vue agricole, c'est la zone intéressante des cultures arbustives : caféier, cacaoyer, palmier à huile.

5° Plaine de l'Oti Volta : sans relief, elle est composée d'argile, de grès argileux et de sables.

6° La zone Nord, pays Moba et Gourma : région de plaines peu accidentées et peu boisées. Elle est formée de schistes cristallins; les terres sont pauvres et très cultivées, la végétation est celle du Soudan.

B. — CLIMAT

Le Sud est relativement peu arrosé, surtout vers la côte où la moyenne est de 760 mm. de chutes annuelles, allant jusqu'à 11 à 1200 mm. à 50 km. de la mer. Les vents dominants viennent du SW.

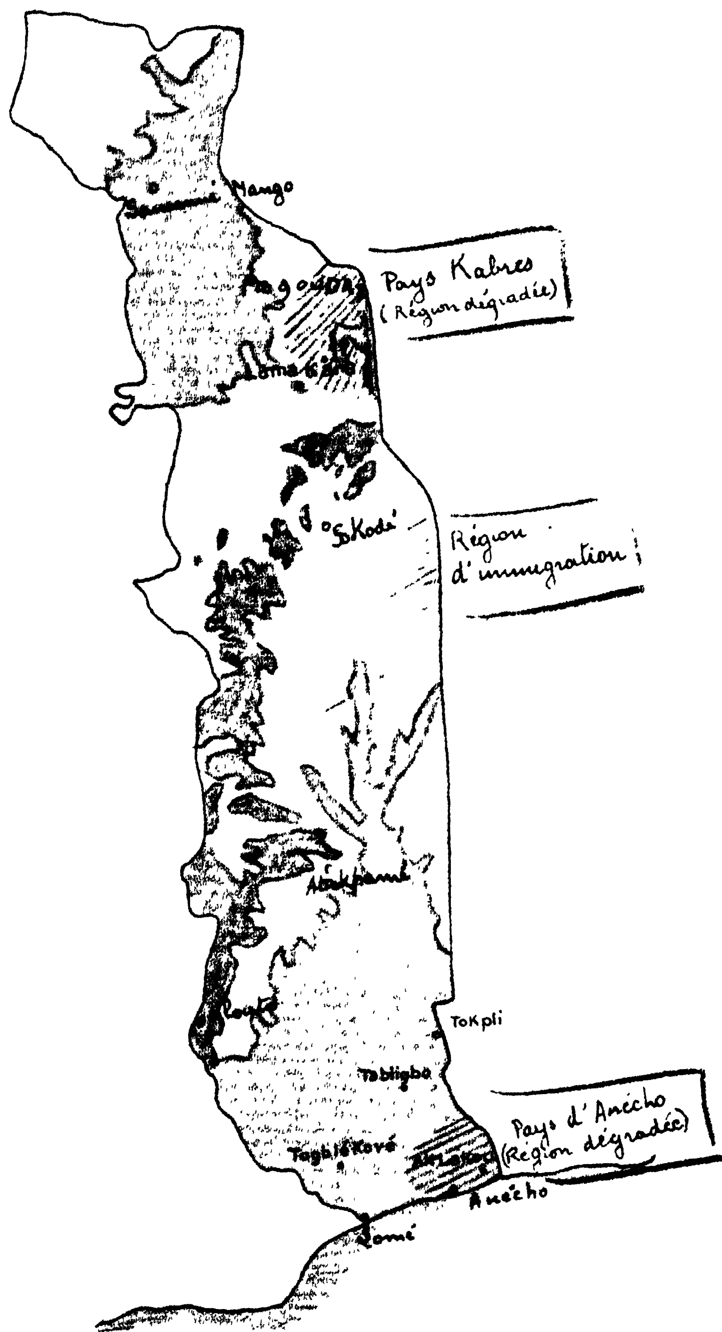
La plaine de l'Est reçoit 1.000 à 2.000 mm. annuellement, la plaine du Nord également, mais avec cette différence qu'elle ne bénéficie que d'une seule saison des pluies et d'une longue saison sèche

Les monts Togo et la zone intermédiaire, par contre, sont très favorisés, le relief provoque une action mécanique qui amène des chutes abondantes très favorables aux cultures arbustives, principalement, et à la culture du riz.

C. — ETHNOGRAPHIE

Le territoire compte 900.000 habitants, vivant sur une étendue de 52.000 kilomètres carrés, ce qui donne une densité moyenne de 14 au kilomètre carré, c'est, à n'en pas douter, la plus forte des colonies de l'Afrique Noire.

La population n'est pas répartie uniformément, les lois naturelles de la fixation des hommes sur les meilleures terres ont joué grandement et si la répartition entre le Sud et le Nord est à peu près équi-


Mango
Pays Kabres
(Région dégradée)
Région
d'immigration
Atakpamé
ToKpli
Tabligbo
Pays d'Anécho
(Région dégradée)
Anécho

table, c'est que les races du Nord, moins belliqueuses furent, jusqu'à l'occupation par les nations européennes, sinon refoulées, du moins empêchées de se rapprocher des zones meilleures du Centre et du Sud.

Depuis 1920, il se produit un mouvement d'émigration important, tout d'abord sur les territoires voisins du Togo britannique et de la Gold Coast où la culture du cacaoyer a provoqué plus d'aisance; enfin, à partir de 1925, date à laquelle l'émigration dirigée fut commencée par l'Administration du Territoire.

Trois régions principales subissent actuellement un déséquilibre marqué entre les divers facteurs : sols, population, climat. Ce sont : la région d'Anécho, correspondant à l'étendue du Cercle de ce nom, les pays Kabrès et Losso à 80 km. au Nord de Sokodé, enfin, avec moins d'acuité, la zone située au Nord de Mango, peuplée de Mobas et Gourmas. Ce sont ces deux premières régions qui sont étudiées ici.

I. — REGION D'ANECHO

Population du Cercle de ce nom : 183.193 habitants dont 177.266 ruraux.

Superficie : 3.150 km2 soit une densité moyenne de 56 au km2

Sols : Nous avons vu précédemment que cette région comporte trois zones de formation géologique distincte; celle qui nous intéresse est la formation des sables continentaux (tertiaire, pliocène), terre de barre, la plus fertile à l'origine, sur laquelle la densité de population atteint parfois 120 au km2.

Autrefois très boisé, le plateau de terre barre, 2.000 km2 environ, ne porte maintenant qu'une brousse toujours verte, très dense, de petits arbustes atteignant 1 m. 50, à racines traçantes, et dont le dessouchage est très onéreux, et ne comportant aucune légumineuse.

Des peuplements de palmiers à huile spontanés subsistent encore : le peuplement de Vogan, en voie de disparition, et celui de Tchékpo, Tabligbo, très dégradé également.

L'étude pédologique de ces sols reste à faire.

Climat.

Moyenne des pluies calculée sur de nombreuses années

Aklakou		Anécho		Tabligbo		Tchékpo	
mm	jours	mm	jours	mm	jours	mm.	jours
830	61 9	782	40	1,141	87.7	995.4	57

Le régime des pluies est nettement caractérisé par deux saisons : la première, la plus importante, va de mars à juin. Juillet et août sont marqués par un arrêt à peu près total, et la deuxième saison dure de septembre à novembre.

Chutes mensuelles des pluies à Aklakou, en 1946 (Année typique)

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
0	105,6 4 j	88 9 5 j.	194 8 j.	129 6 9 j.	43.6 3 j.

Juillet	Août	Sept	Octobre	Novemb.	Décemb
0	0	53 8 5 j	47 9 6 j	116.8 7 j.	0

La température est constante tout au long de l'année, régularisée par la brise marine qui se fait sentir jusqu'à 25 ou 30 km. dans l'intérieur, elle varie de 20° à 32°5

Cultures : L'indigène s'adonne aux cultures de maïs et de manioc. Avant et pendant la guerre, le commerce d'exportation du maïs y fut très florissant.

Exportation de maïs du Territoire du Togo

1933 :	3.156 Tonnes	1940 :	10.800 Tonnes
34 :	9.921	41 :	6.056
35 :	3.184	42 :	9.906
36 :	7.807	43 :	1.198
37 :	15.882	44 :	8.426
38 :	21.269	45 :	856
39 :	25.733	46 :	39

On peut évaluer aux trois quarts de ces chiffres le produit exporté en provenance de la région d'Anécho.

C'est le produit de base dans la nourriture des habitants. Le manioc prend de plus en plus d'importance, les superficies plantées en cette euphorbiacée s'étendent rapidement au détriment de la céréale.

La farine de manioc : le garry, est très consommée et même exportée sur les colonies voisines. Le prix actuel du tapioca qui, de

fr. 8,50 en 1947 est passé à 20 francs le kg. en 1948, a pour conséquence l'augmentation des exportations, mais aussi l'épuisement rapide des terres.

Exportation de tapioca de la région d'Anécho

1933 :	1 T. 600	1940 :	1.198 T.
34 :	342 T.	41 :	850
35 :	1.083	42 :	661
36 :	466	43 :	114
37 :	93	44 :	1.309
38 :	130	45 :	65
39 :	956	46 :	2.013
		47 :	2.822
		48 :	2.276 (3 premiers mois de l'année)

Rotation des cultures : Avant le développement de la culture du maïs et du manioc en vue des exportations, le cultivateur préparait les champs nécessaires à la seule production de sa nourriture; il avait, de ce fait, suffisamment de terrain pour pratiquer la jachère et conserver ainsi la fertilité de son sol. L'assolement pratiqué était en principe :

1ère année — maïs;
2ème » — manioc;
3ème » — après récolte du manioc, haricot, arachide.

Depuis, la population s'est accrue, les cultures de manioc et de maïs se sont développées considérablement, à tel point que la jachère est pratiquée exceptionnellement et qu'aucun assolement n'est observé. Il n'est pas rare de voir, sur le même terrain et chaque année, du maïs et du manioc.

En mars-avril, au début de la saison des pluies, après la coupe de la végétation, écobuage et légère préparation du sol à la daba, le cultivateur bouture le manioc puis sème intercalairement le maïs.

Les variétés de manioc hâtives « Kataoli et Goula » se succèdent sans interruption chaque année. Les rendements diminuent, les parcelles en jachère disparaissent, la dégradation s'accentue rapidement.

Processus de dégradation : Le facteur humain a contribué largement, par son action destructive de la végétation forestière d'abord, puis de la brousse arbustive, au déséquilibre : climat, végétation sol.

On peut admettre que la dégradation s'est produite sous des causes diverses dont la principale est le travail de l'homme. En effet, les pluies sont peu importantes et peu violentes, elles n'ont pu pro-

voquer, à elles seules, la diminution de fertilité constatée. Les feux de brousse ne font pas de dégâts, la végétation ne leur étant pas propice.

Sur le périmètre de la région qui nous intéresse, les dépressions lagunaires ou fluviales se comblent progressivement, mais on ne peut dire que ce soit par l'effet de l'érosion latérale (sheet erosion); si cela s'est produit inévitablement aussitôt après la destruction du couvert forestier, actuellement, les rivières travaillent par accumulation avec apports venant du centre du Togo, provoquant le comblement lent des lagunes.

Sur le plateau de terre de barre, peu accidenté, on constate plutôt une érosion verticale qui se manifeste sous différentes formes :

a) Diminution de fertilité : les rendements du manioc passent en 15 ans de 25 tonnes de tubercules à 12 à 15 tonnes à l'hectare.

b) Composition différente de la terre arable et du sous-sol. La partie superficielle a été modifiée physiquement par la disparition de l'humus et du complexe argilo-humique. La terre arable a subi cette transformation très nette d'autant plus rapidement qu'elle est cultivée sans arrêt et ne reçoit pas d'apports nouveaux. La couche superficielle est silico-argileuse, légère, tandis que le sous-sol est formé d'une terre argileuse rouge, compacte et collante (terre à briques).

c) Diminution du nombre et du total des chutes pluviales, non décelables par nos statistiques récentes, mais avouées et reconnues par les vieux autochtones.

On constate un entraînement vertical dans le sous-sol de certains éléments minéraux ou organiques solubles et c'est ce phénomène qui, assimilé à une sorte d'érosion lente et sournoise, a donné naissance à l'expression d'érosion verticale.

Déjà, certains groupements d'indigènes se sont émus, non pas des causes, mais des résultats de ce phénomène qui les affecte d'une façon concrète : la diminution des récoltes, certains sont allés plus au Nord, à la recherche des terres moins cultivées.

Le Service de l'Agriculture a fait des réserves lorsqu'en 1933-34 la Société de Prévoyance a lancé la fabrication du tapioca; les conséquences prévues se font rapidement sentir et les remèdes, si remède il peut y avoir, apparaissent, en l'état actuel des choses, d'une efficacité très douteuse.

Le tapioca se vendait, il y a un an, 8.500 à 9.000 fr. la tonne, le cultivateur était satisfait de ce prix, puisque la production était en progression constante. Depuis la dévaluation de fin janvier, le prix payé au producteur est passé à 20.000 et 23.000 fr. la tonne. L'hectare de manioc rapporte à son propriétaire environ 40 à 45.000 fr. Dans ces conditions, nous assistons à une augmentation inquiétante

des superficies cultivées, même jusque dans les villages où la fabrication du tapioca est encore peu connue.

On ne peut incriminer l'installation des ateliers de fabrication de tapioca : ils n'ont eu qu'une répercussion de propagande dans un rayon très limité. D'ailleurs, le tonnage du produit travaillé dans ces ateliers ne représente qu'un dixième de la production totale de la région. C'est donc bien l'appât du gain provoqué par la vente du produit qui est la cause essentielle de cette progression, donc de la dégradation rapide des sols. Nous ne sommes pas arrivés à la stérilité totale qui provoque l'abandon des terres, mais à cette cadence, l'échéance sera proche si nous n'essayons d'y porter remède.

Programme à adopter : Le principe doit être le changement radical des méthodes de culture qui, normales au début, sont devenues extensives au point que la jachère disparaît, le sol ne suffisant plus à la nourriture d'une population en augmentation et aux besoins de l'exportation.

Il faut, par une culture intensive sur le même terrain, par un travail du sol plus rationnel, par l'apport de matières organiques (cover crops) et d'engrais chimiques, obtenir, à l'unité de surface, des rendements supérieurs à ceux enregistrés actuellement, en espérant que ces méthodes nouvelles pourront avoir comme conséquence une diminution des surfaces mises en culture.

Pour ce faire, l'installation en cours d'une ferme modèle aura pour but d'étudier tous les aspects et problèmes que cette situation impose. Elle sera complétée par l'éducation des jeunes cultivateurs et par un réseau de champs de démonstration afin d'attirer l'attention du cultivateur sur la valeur de ces méthodes.

En 1947, le Service de l'Agriculture s'est attaché, par quelques sondages et essais, à fixer tout d'abord de façon précise les rendements obtenus par l'indigène, puis à établir, en trois points différents, des essais sur maïs et manioc, d'engrais verts et d'engrais chimiques.

Sur maïs, nous obtenons des rendements supérieurs à ceux des cultivateurs, allant jusqu'au double, avec engrais verts et sulfate d'ammoniaque. Les apports de phosphate, de potasse ou de chaux n'ont pas eu de résultats tangibles.

Sur manioc, les pesées de récolte sont en cours; on peut dire, dès maintenant, que le fumier de ferme et l'azote ont une influence marquée sur le rendement.

Comme l'élevage est peu développé, il y aura lieu, comme pour le maïs, d'aiguiller les recherches sur l'engrais vert suivi d'épandage d'engrais composé à forte teneur en azote.

Dès maintenant, les cultivateurs ont pu apprécier, du moins dans un rayon restreint autour de ces champs, les résultats obtenus,

et bon nombre nous ont déjà demandé « la poudre des Blancs » C'est de bon augure.

Pousuivant ces essais sur terrains expérimentaux avec des moyens mécaniques, nous étudierons le problème de la sélection des meilleures variétés — tout d'abord du manioc : sélection en vue du rendement de matière brute à l'ha., et sélection en vue de l'augmentation du pourcentage en amidon, donc en tapioca.

Le maïs étant pour l'instant non exporté, le but immédiat à atteindre est d'augmenter le rendement à l'unité de surface.

Dans un pays à peu près plat, où les chutes pluviales sont relativement faibles, la préparation du sol suivant les courbes de niveau afin d'éviter l'érosion latérale ne s'impose pas, pour l'instant du moins. Ce problème pourra être envisagé plus tard si nous arrivons, par le dévelopement de l'esprit coopératif, à remembrer la propriété et adapter les méthodes modernes de culture mécanisée.

L'assolement pratiqué autrefois est à adopter, soit :

1ère année — maïs suivi d'engrais vert;
2ème » — manioc;
3ème » — arachides, haricots, divers.

L'élevage des ovins et porcins pourrait être florissant en raison de l'utilisation des déchets de la préparation du tapioca, si l'indigène n'avait pour les bêtes une répulsion native. Il importera de faire admettre par l'exemple de notre ferme-école, les méthodes rationnelles d'élevage. Les bovins exigent des terrains de parcours assez vastes et il sera difficile de développer cette espèce si ce n'est en stabulation, ce qui exige des cultures complémentaires difficiles à réaliser dans une région peuplée où les terrains produisent tout juste pour l'alimentation humaine.

En 1947, un arrêté pris par l'administration locale prévoit le versement au fonds spécial du tapioca d'un prélèvement à la sortie de 2 fr. par kg. Nous possédons actuellement, en dépôt dans une banque, un crédit de 7 millions, destiné uniquement à l'achat d'engrais chimiques.

Cette somme n'a pu être encore utilisée, car les essais se poursuivant n'ont pas encore fixé notre choix sur la formule d'engrais composé à adopter et aussi en raison des difficultés d'approvisionnement. La Chambre de Commerce a demandé et obtenu la suppression de cette taxe qui, nous le souhaitons, sera rétablie le moment venu

L'engrais sera réparti suivant la demande aux volontaires qui voudront suivre nos conseils, car l'écueil à éviter est l'emploi exclusif de l'engrais chimique qui pourrait amener des résultats favorables de courte durée, suivis d'une diminution accentuée de la fertilité.

Ce qui frappe le non initié est également l'absence d'arbres dans cette région; très rares sont les essences forestières qui subsis-

tent. Il ne peut être question de reboisement rationnel en vue de la production en bois d'œuvre; quelques parcelles de tecks et de cassias pourront bien être établies dans le but de produire des perches et chevrons destinés aux besoins du pays, mais la solution à rechercher est la plantation de plantes arbustives économiques, afin d'éviter l'insolation et le peu de ruissellement existant; des essences fruitières sont à planter en lignes, particulièrement les agrumes, les manguiers, les goyaviers, les bananiers et les kolatiers, très recherchés; les orangers, principalement, donnent en année à pluviométrie normale des fruits appréciés. Le rôle des Services agricoles sera d'établir des pépinières importantes d'orangers greffés, principalement, et de tous autres fuitiers.

Plus tard, comme il a été décrit plus haut, le remembrement des terres permettra de développer la mécanisation de la culture en ayant soin d'arriver progressivement à des labours de profondeur croissante. Pour l'instant, les travaux de dessouchage de l'inextricable réseau souterrain de la végétation dense et rabougrie rebute l'indigène qui se contente de détruire la partie aérienne des végétaux pour cultiver entre les souches son maïs ou établir des billons pour le manioc.

Des coopératives de culture mécanique, de préparation du produit, de vente et d'achat (engrais, engins de culture, etc...) se feront jour inévitablement sous l'impulsion de l'Administration locale. C'est là un rôle important qui incombera à des spécialistes de ces questions. La métropole envisage, à bref délai, l'institution de centres de formation de jeunes gens pouvant mener à bien les organisations recherchées et la formation du personnel subalterne autochtone.

Ce sont là des points principaux à retenir, à étudier, à faire admettre si l'on veut éviter une dégradation dangereuse et conserver au sol sa fertilité actuelle, puis le régénérer dans la mesure du possible.

II. — PAYS DES KABRES

Le Cercle de Sokodé est le plus étendu du territoire : sur 52.000 kilomètres carrés, il en couvre à lui seul une superficie de 22.000 environ. Cette région est divisée en trois subdivisions administratives :

Sokodé : groupement des Cotocolis et des villages d'émigration.

Bassari : groupement des Bassaris et des Konkombas

Lama-Kara : groupement des Kabrès, des Lossos et des Tambermas.

Géologie. — Orographie.

Ces diverses populations sont confinées dans des zones bien délimitées par le relief du sol. Comme cela s'est produit dans toute

l'Afrique, ces peuplades étaient, avant l'occupation européenne, en guerres continuelles et, de ce fait, se sont groupées dans des régions parfois accidentées, mais offrant de par leur configuration une sécurité relative; le Cercle de Sokodé, en raison de son relief offre, à ce point de vue, des diversités nombreuses, il est divisé en 2 parties sensiblement égales par la chaîne des Monts du Togo, du Sud-Ouest au Nord-Est, comprenant les Monts du Fasaau, du Malfacassa, de l'Aledjo et, apès une interruption de 20 kilomètres environ, les monts Kabrès, Lossos et Tambermas. Ce soulèvement est d'origine sédimentaire : micaschistes quartzeux.

Au Sud-Est de cette chaîne, une plaine s'étend jusqu'à la limite du cercle, sur 100 kilomètres et à l'Est jusqu'à la frontière du Dahomey.

Elle était peu peuplée et constituait le « no man's land » entre deux groupements ethniques importants, d'une part les Dahoméens race fon, au Sud et à l'Est, et, d'autre part, les Cotocolis à Sokodé, Bafilo, Djougou. C'est dans cette plaine que des villages d'émigration sont installés, ce mouvement est commencé depuis 1925.

Limitée au Nord par les premiers contreforts du massif montagneux au pied desquels est Sokodé, cette plaine est formée de terrains anciens, gneiss, roches éruptives, granites, diorites.

Puis, parallèle à cette première chaîne, une deuxième zone montagneuse de moindre importance, constituée plutôt par des îlots rocheux tels que ceux de Bassari, Kabou, Banjéli. Ces terrains sont composés en majeure partie de conglomérats et de grès arkoses.

Enfin, au Nord-Ouest du Cercle, une faible étendue du bassin de l'Oti, peuplée par la race Konkomba, est recouverte d'alluvions anciennes et récentes.

Hydrographie.

L'hydrographie comporte deux bassins nettement différents l'un de l'autre. Au Sud-Est de Sokodé, c'est celui du Haut-Mono; ce fleuve qui a son embouchure à Grand-Popo (Dahomey) coule du Nord au Sud.

Le deuxième bassin est celui de l'Oti dont tous les affluents coulent dans une direction Est-Ouest.

La Kara que l'on franchit à Lama-Kara sur un pont de 150 m. de longueur est le principal affluent de l'Oti. Toutes ces rivières ont un régime torrentiel, presque à sec en janvier; elles subissent en saison pluvieuse des crues très fortes qui peuvent parfois, en quelques heures, faire varier la cote de plus de 10 mètres.

La Kara faisait, avant l'occupation européenne, la limite Sud du pays Kabrès.

Climat. — Pluviométrie : La formation des terrains et l'hydrographie de la région ont une grande influence sur l'agriculture, peu cependant sur le climat qui est celui de la zone intermédiaire entre la zone guinéenne et la zone soudanienne.

Deux saisons nettement tranchées : la saison sèche, allant de novembre à avril et la saison pluvieuse, de mai à octobre.

La moyenne annuelle des chutes de pluies à Lama-Kara est de 1295 mm. et à Pagouda, sur la frontière dahoméenne, à la même latitude que Djougou, 1420.

Ethnographie : Le Cercle de Sokodé est le plus peuplé du territoire. Les derniers recensements nous donnent un total de 316.531 habitants.

Dans la subdivision de Bassari, nous avons deux races, le Bassari proprement dit, dont le nombre d'hommes est de 8.000 environ et le Konkomba : 7.000 environ.

	Hommes imposables	Total
Sokodé	21.364	73.290
Bassari	13.101	57.931
Lama-Kara	40.140	185.130
Totaux	**74.605**	**316.351**

La troisième subdivision, généralement dénommée « Pays Kabrès » est peuplée de groupements ethniques différents se rattachant tous à la race «Bariba » et de langue « tim ».

Kabrès	30.000	hommes	environ
Lossos	9.000	»	»
Tambermas	1.000	»	»

La densité moyenne du cercle de Sokodé au km2 est de 10 environ, faible en raison des vastes étendues inhabitées au Sud de Sokodé. Par contre, elle est supérieure à 100 en Pays Kabrès.

Cette dernière région, au nord de la Kara, est le réservoir d'hommes du Togo. Refoulés autrefois dans leurs montagnes, les Kabrès et Lossos s'expatrient volontiers maintenant et on les rencontre dans les exploitations du Sud du Togo.

Le premiers essais tentés en 1925 pour décongestionner cette région en créant des villages Kabrès dans des zones inhabitées, souvent assez éloignées, ont pleinement réussi. Tous les ans, de nouveaux centres sont créés, principalement entre Atakpamé et Sokodé.

GENERALITES

La superficie théorique dont peut disposer chaque habitant du pays Kabrès, est de 1 hectare 84.

Ce chiffre d'une exactitude relative montre bien la pénurie des terrains cultivables.

Tenure des terres : En pays Kabrès et Lossos, la terre appartient par droit coutumier aux chefs supérieurs, propriété toute théorique, d'ailleurs. Etant donné l'accroissement de la population et le manque de terres arables, le Kabrès a acquis le sens de la propriété individuelle; chacun a ses champs, toutes les terres sont occupées, ce qui donne lieu, à la suite de contestations, à des différends fréquents et sérieux.

Le travail du sol est de toute nécessité pour l'autochtone; l'artisanat est peu développé : quelques tissages de pagnes de coton et des forgerons travaillant du fer du pays pour la fabrication des outils de travail, daba principalement. La daba, lame en forme de fer de lance de 40 cm. de long sur 22 dans la plus grande largeur, est un véritable soc de charrue piqué dans un manche de bois très court.

Il existe peu d'élevage dans ce pays, quelques troupeaux appartenant aux chefs vivent en liberté, gardés par des enfants, surtout à l'époque des cultures.

CULTURE EN PAYS KABRES

En pays Kabrès, la jachère n'est possible que dans la partie la plus septentrionale, à l'Ouest de la montagne Losso, et dans la plaine du Sud de la Kara qui n'a été rendue accessible à ces tribus que depuis l'occupation des Européens.

La plus grande partie du pays Kabrès est exploitée intensivement et de façon continue, même jusqu'au sommet des montagnes. Pour permettre ceci, les parcelles parfois minuscules sont délimitées par des murettes de pierres sèches, formant des terrasses étagées. Les nombreux avantages de cette méthode, dans un pays à pluies abondantes et brusques, où la terre est précieuse, sont bien connus de ces populations.

La nécessité de garder au sol sa productivité, malgré les cultures continuelles qu'il supporte a conduit les Kabrès à un degré supérieur d'exploitation agricole. Leurs méthodes empiriques se rapprochent plus des nôtres que celles des autres races. Cette utilisation totale des terrains cultivables forme un contraste frappant avec les autres régions; il semble paradoxal de trouver chez ces primitifs, physiquement beaux, généralement nus, une évolution agricole beaucoup plus poussée que chez les peuplades plus évoluées de la côte. Le contraire est généralement admis, à tort d'ailleurs; les races du Sud considèrent le Kabrès comme un être très arriéré.

Quoi qu'il en soit, au Togo, il n'y a que dans ce pays que l'on peut voir :

— Le bétail en stabulation, dans des cases ou des parcs en rondins (bovins, ovins et porcins). Le chien est élevé pour l'alimentation humaine.

— L'effeuillage des plantes cultivées (mil entre autres) et la récolte des fanes pour la nourriture du bétail.

— Des fosses à compost dans chaque groupe de cases (tata).

— Des greniers à grains, étanches; la conservation des grains se fait dans des sortes de silos en terre, les parois sont enduites d'argile, et les orifices bouchés hermétiquement.

— Des poulaillers, parfois à plusieurs nids étagés.

— L'élevage rationnel de la volaille, principalement des pintades et des chapons.

— Les cendres mises de côté très soigneusement et utilisées pour la culture du tabac, soit incorporées au sol, soit en épandages fréquents.

— La culture courante des légumineuses comme plantes améliorantes.

— Des peuplements de palmiers à huile entretenus et exploités près du dixième degré de latitude.

Les fumiers ou composts sont transportés par les femmes sur les parcelles; ils sont enfouis au moment où le cultivateur fait ses buttes ou ses billons, ou mis simplement sur le sol au pied de chaque plant de sorgho lorsque les tiges atteignent 0,75 à 1 m. de hauteur. Si le temps manque, les buttes d'igname sont ouvertes sur le côté; quelques semaines plus tard, le fumier est déposé à côté du tubercule et le tout est recouvert.

Les Kabrès ne suivent pas un assolement régulier, néanmoins, ils essaient de faire leurs cultures d'ignames sur des terrains nouveaux, lorsqu'ils en ont, sinon, sur des parcelles reposées et fumées.

Les terres moins fertiles des pentes élevées ne sont pas fumées, mais fertilisées par des engrais verts; les cultures habituelles sont le sorgho et, intercalairement, des haricots.

Les cultures améliorantes de légumineuses sont enfouies en vert ou après séchage. Chez les Lossos, les cultures se suivent dans l'ordre suivant :

1ère année	:	igname, sorgho, haricots;
2ème »	:	fonio;
3ème »	:	haricots, vigna, voandzou, kerstingiella ou sésame.

Les terres sont pauvres, la couche arable est très faible et presque toujours très caillouteuse.

Le Kabrès est très individualiste, il n'a jamais été capable de se grouper ni de se soumettre aux ordres d'un chef, ce qui explique

qu'avant l'occupation européenne, il se soit réfugié dans des montagnes et sur la rive droite de la Kara (infranchissable en saison pluvieuse) pour se soustraire aux attaques des Cotocolis. Depuis l'occupation allemande, il prend sa revanche, toute pacifique. A partir de 1925, l'administration française l'a aidé à chercher de nouvelles terres et à s'installer en toute tranquillité loin de chez lui. Les villages Kabrès et leurs champs de culture s'étendent maintenant sur une zone de 25 à 30 km. sur la rive gauche de la Kara; enfin, de nombreux villages d'émigration sont créés au long des routes, dans les cercles d'Atakpamé et de Sokodé, à tel point que des régions immenses sont devenues méconnaissables. Telle route déserte sur 200 km. est maintenant peuplée et des champs immenses sont cultivés de part et d'autre.

DISTRIBUTION DU TRAVAIL

Les travaux de culture sont exécutés par familles. Les fils non mariés travaillent avec le père, mais cultivent à côté du champ commun de petites parcelles pour en tirer les semences qui leur permettront de faire des cultures pour leur propre compte après leur mariage. Les fils mariés continuent à aider leur père tout en cultivant leurs champs personnels; cette coutume a cependant tendance à se perdre; ils n'entreprennent une exploitation indépendante que lorsqu'ils ont deux ou trois enfants. Quelques jours par an, le fiancé travaille avec son futur beau-père.

Les travaux agricoles sont exécutés partout, principalement par les hommes qui font les labours. Les femmes sèment, travaillent aux travaux de récolte et rentrent les produits. Seul, le tabac est récolté exclusivement par les hommes. A Siou et Niamtougou, les femmes ont des champs à elles, toutefois les gros travaux sont exécutés collectivement par les hommes.

D'après certaines indications, on peut calculer que 70 ares de cultures vivrières assurent la nourriture d'un individu et qu'un homme valide exploite environ 2 hectares.

Lorsque la climatologie est favorable et que les récoltes sont abondantes, le pays Kabrès fournit un certain tonnage de haricots Niébés blancs ou rouges pour le Sud. Cette remarque s'applique d'ailleurs à tous les produits à la fois alimentaires et d'exportation. Si l'année est bonne et qu'il y a abondance, les exportations sont fortes; par contre, en mauvaise année, le tonnage disponible pour la vente est faible.

Un cas typique est celui de l'année 1946-1947 où la subdivision de Lama-Kara n'a pu se défaire que de 380 tonnes d'arachides par suite de l'insuffisance du rendement des autres cultures, mils entre autres.

A Lama-Kara comme à Anécho, les terrains s'épuisent et les habitants s'expatrient de plus en plus.

Processus de la dégradation : Les Kabrès furent refoulés autrefois par les peuplades plus belliqueuses situées au Sud; ils se retranchèrent sur la rive gauche de la rivière Kara en mettant à profit les montagnes de Liama-Kara Soumdina. Cultivateurs par excellence, les Kabrès furent contraints de vivre sur un espace restreint, les montagnes furent rapidement déboisées, la protection végétale disparut.

Sur les pentes, la terre végétale fut emportée, des ravins se creusèrent (Gully erosion) qui donnent un aspect particulier à ces montagnes. Quelques bouquets de bois fétiches, assez rares, subsistent encore sur les sommets. A leur pied, plus lente fut l'érosion latérale, elle a été limitée par le travail de l'homme qui, conscient du mal, éleva des murettes de pierres sèches pour retenir la terre arable.

Enfin, pour achever le travail commencé par la nature et provoqué par l'homme, nous avons, pour des causes louables à certains points de vue, hâté, hélas! l'érosion des bas-fonds que l'accumulation des éléments provenant des pentes rendait fertiles. Il s'agit de la prophylaxie agronomique, service institué par le service de santé pour lutter, par la destruction de quelques arbres sur les bords des rivières, contre la multiplication des glossines vectrices de la maladie du sommeil.

La lutte anti-tsé-tsé aurait dû être conduite par l'éclaircie forestière, par réglage du couvert, ce n'aurait dû être autre chose qu'un nettoiement par le bas.

Les instructions furent mal comprises; les chefs d'équipe non compétents, livrés à eux-mêmes, firent de la destruction irraisonnée.

Actuellement, les rives sont dénudées, le soutien végétal des terres, constitué par les arbres et leur enracinement, est détruit, les berges sont creusées par en dessous et des éboulements de terre très importants ont lieu à chaque crue. Les berges présentent maintenant de hautes parois verticales sur lesquelles il est imprudent de s'avancer. Le lit des rivières s'élargit rapidement au détriment de la profondeur, le régime est torrentiel, rien ne retient les eaux qui détruisent les cultures établies sur les bonnes terres d'apport des rives; le poisson, aliment phosphaté recherché par le Kabrès n'existe plus, il est entraîné par les crues, ne pouvant plus s'abriter dans les enracinements des arbres détruits. Le fond du lit dans lequel on s'enfonce est nivelé par l'apport de latérite et de terre. On constate donc que le remède apporté, s'il fut efficace contre la tsé-tsé, eut des conséquences désastreuses en ce sens qu'il activa rapidement la destruction des quelques terres encore utilisables pour les cultures. L'étude en commun, par les services intéressés, aurait sans doute pu concilier les deux points de vue.

Le mal est irrémédiable, la reconstitution de la couche superficielle demandera des siècles, il a suffi d'une dizaine d'années pour la détruire.

On trouvait encore, vers 1930, des essences forestières, vestiges des peuplements détruits, telles que :

		En Kabrès :
Khaya senegalensis	cailcedrat	Hermou
Diospyros mespiliformis	ébène	Ankalo
Afzelia africana		Ouété
Anogeissus Schimperi		Co'ou
Adina microcephala		Pourou
Ficus Schimperi		Tiré
Berlinia Heudelotiana		Tabo
Prosopis oblonga		Possoum
Blighia sapida		Pezo
Uapaca		Li
Bridelia ferrugina		Colou

Quelques essences sont protégées par le Kabrès dans ses champs comme : le Karité, le Néré (Parkia biglobosa), le Ceiba, le Bombax; les autres ont à peu près disparu.

Il s'est produit également un changement progressif dans les possibilités culturales, les mils et sorghos deviennent grêles et peu productifs, les rendements diminuent rapidement, les ignames et autres cultures souterraines n'occupent plus que de petites parcelles sur les meilleures terres; le coton a disparu.

Les arachides et haricots niébés ont fait suite; enfin, la dernière culture possible avant l'abandon des terres est celle du fonio.

Dans certains cantons : Kidjani, Tchatchao, Landa, les terres sont épuisées et le Kabrès émigre saisonnièrement; il revient généralement en saison sèche, de janvier à avril, pour les cérémonies rituelles.

PROGRAMME

La mise en valeur du Territoire, d'une part, la conservation des sols, d'autre part, conduisent à assurer une répartition équitable des terrains de culture entre toutes les races et tribus. Les Kabrès ne trouvent plus chez eux les produits nécessaires à leur subsistance; ils émigrent volontiers à la recherche des meilleures terres. Il existe encore ailleurs des zones inhabitées, donc incultes, aussi l'Administration du Territoire s'est-elle intéressée dès 1926 au transfert sur des terres nouvelles d'une partie des habitants de cette race.

Le décongestionnement du pays Kabrès s'avère cependant trop lent. Il ne peut y avoir de régénération des terres, parce que toujours aussi cultivées, la diminution des rendements est compensée par une extension des cultures.

Actuellement, 40.000 personnes vivent dans les villages de la zone intermédiaire créés depuis 20 ans. Il serait indispensable que ce mouvement soit accéléré, afin de laisser au repos les terres les plus fatiguées où seraient entreprises des cultures de régénération.

Il serait certes possible, comme à Anécho, de créer des parcelles d'essences forestières : tecks, cassia ou autres, mais on ne peut généraliser; le teck vient très mal sur ces terres, de plus, il n'est pas considéré comme essence de régénération, puisque rien ne pousse sous son couvert.

Les plantes de couverture sont à répandre dans les champs abandonnés; les espèces cultivées couramment dans les plantations de la zone côtière sont à essayer : Calopogonium, Pueraria, Centrosema, Crotalaria, Tephrosia, Pois d'Angole, avec le plus de chance de succès pour le crotalaire, le Pois d'Angole ou le Centrosema. Cette dernière légumineuse présente un intérêt spécial pour l'élevage puisqu'elle est volontiers consommée par les ovins et les bovins.

L'élevage est à encourager dans les villages abandonnés ou en régression marquée.

Comme dans la région d'Anécho, une politique de reboisement en essences utiles doit s'inspirer de la mentalité locale et de la coutume observée dans leur production. C'est ainsi que des pépinières et des plantations de Ceiba sont faites, depuis 1928, que celles de Karité, de Néré, de Bombax sont entreprises, que des fruitières seront multipliées.

Ce problème se complique du fait que l'installation sur de nouvelles terres, dans le secteur d'émigration au Sud de Sokodé ou la vallée de l'Anié a amené le Kabrès à abandonner les méthodes de culture intensive acquises et observées obligatoirement dans son pays d'origine pour faire place au nomadisme cultural et à toutes ses conséquences désastreuses.

Le décongestionnement du pays Kabrès et le peuplement par cette race de zones incultes sont connexes; il faut envisager, d'une part, la régénération des terres et, d'autre part, la conservation des sols.

Pour ce faire, une ferme-école modèle est en construction à 50 km. au Sud de Sokodé, au centre du secteur d'émigration, tandis que le pays Kabrès est à 120 km. au Nord.

A cet établissement sera affecté un agent chargé spécialement de l'émigration kabrèse, donc de l'étude des deux problèmes que posent la dégradation et la conservation des sols.

Lomé, le 5 mai 1948.

Enquête sur la dégradation des sols et sur les moyens d'assurer leur protection dans les cercles de Dori et de Tilaberi (Niger)

par

B. RUYSSEN,
Ingénieur adjoint de 1re classe des services de l'Agriculture.

I. — BILAN DES DEVASTATIONS.

Avant l'occupation française, les grandes migrations historiques, les déplacements locaux suivis d'installations permanentes et de fixation par la culture dans des régions encore peu habitées donnent seuls des indications très générales sur les déboisements qui s'ensuivirent nécessairement.

Les grands courants d'immigration dans le Niger-Ouest furent : l'arrivée des peuhls, l'installation des sonrhais et zermas venus du Nord-Ouest, le long du fleuve, puis en dernier le peuplement du Zermaganda.

La première manifestation de l'installation fut la mise à feu des régions de parcours pour faciliter la pénétration, dégager les abords des villages dans un but de sécurité, puis pour la culture et le pacage; vinrent ensuite les premiers déboisements pour obtenir les bois d'œuvre et établir les premières cultures.

Les défrichements fournirent, au début, des bois d'œuvre et de chauffage, puis il fallut aller de plus en plus loin pour trouver les bois nécessaires; actuellement les abords des grandes agglomérations sont déboisés sur un grand rayon, le ravitaillement en bois est devenu difficile, couper et apporter le bois est devenu un métier; l'approvisionnement pour les seuls besoins domestiques est maintenant une lourde obligation pour l'indigène; même sur les marchés de brousse une charge de bois se vend 25 francs (1) (ce qui représente 3 à 400 francs le stère), une famille moyenne consomme deux charges par semaine.

(1) En 1945.

L'occupation française supprimant les causes d'immigration dues aux guerres locales, stabilisa peu à peu chacun sur place; la sécurité établie favorisa la dispersion des cultures loin des villages refuges; la fin des luttes, des razzias de population, la régression des grandes famines, des grandes épidémies permirent l'accroissement des populations, la multiplication du bétail.

La localisation géographique des zones défrichées depuis l'occupation ne peut pas toujours être nettement déterminée; tout d'abord il y eut l'éclatement généralisé des villages primitifs principaux, les villages de culture deviennent permanents, ils rayonnent toujours plus loin du village-mère; ce n'est que plus tard que des *terres neuves* sont recherchées pour les cultures, après l'épuisement des premiers terrains exploités; cette recherche des « terres neuves » ne date pas d'aujourd'hui pour les habitants des plus anciens établissements.

Depuis l'occupation on peut cependant situer en gros les colonisations suivantes dues à la recherche de nouveaux terrains de culture :

Cercle de Dori.

Les déplacements des zones cultivées sont les plus sensibles dans le Liptako, par suite de la plus grande densité de la population, presque entièrement sédentaire.

Les abords de l'ancienne et importante agglomération de Dori-village sont les plus touchés, en gros dans un rayon de 40 km. puis entre N'Banga et Dionga à l'ouest de la route Dori-Tera; entre Koria et Simpelga de part et d'autre de la piste Dori-Niamey; dans ces régions de vastes espaces autrefois cultivés sont abandonnés, devenus entièrement stériles et perdus définitivement pour la culture.

D'après les indigènes, ces régions auraient été cultivées pendant 100 ans avant d'être abandonnées.

L'émigration des cultures se fait principalement vers l'Est, l'Ouest et le Sud-Est de Dori.

Certains déplacements de culture avaient déjà lieu il y a 40 ans; actuellement la recherche de terrains neufs se fait surtout au sud-est vers le Yagha; les cultivateurs de N'Banga et Dionga y trouvent encore des étendues importantes de terres vierges; il en existe également à l'est vers Tao et à l'ouest vers Gorgadji.

Dans le Yagha, à population de faible densité et en partie nomade, les terres épuisées sont plus morcelées et réduites et ne forment une étendue notable qu'entre Diougadio et Sebba, où,

autrefois, il y a une quarantaine d'années, existait un village très important, N'Gouma, aujourd'hui disparu.

Les plus fortes migrations se font vers la région d'Ibbal au sud-ouest de Sebba. Des terres vierges existent nombreuses, d'abord entre le sud de Sebba et la rivière Serba, ensuite au nord et au nord-ouest vers le Liptako.

Les gros villages datent tous d'avant l'occupation; depuis, de très nombreux villages de culture se sont créés et beaucoup de villages-mères ne sont plus que le siège du commandement indigène et ne représentent plus une agglomération correspondant aux chiffres des recensements; c'est là le fait marquant et général de géographie humaine dans des régions où les points d'eau ne sont pas rares et ne limitent pas les établissements nouveaux.

Cercle de Tilaberi.

Zermaganda. — Le peuplement de cette région représente la plus récente des grandes migrations au Niger; les Zermas s'y installèrent il y a environ 150 ans venant du Nord et du Nord-Est (Anderamboukane) après un long séjour à Gao (leurs descendants peuplèrent ensuite Dosso et Niamey-Dounga-Kouré environ vers le milieu du XIXe siècle).

Ils trouvèrent au Zermaganda un pays inhabité, parcouru seulement par quelques chasseurs de race mal connue qui n'ont pas laissé de traces en dehors de légendes imprécises.

L'aspect du pays présentait déjà aux dires des indigènes, comme aujourd'hui, de vastes étendues dépourvues de forêts, couvertes presque uniquement de Sabara (Guiera senegalensis); les quelques peuplements arbustifs composés principalement d'épineux divers ne se trouvent que dans les bas-fonds, au pied des chaînes de collines latéritiques où on les voit encore aujourd'hui (région Sud, nord et est de Taroum, sud de Salkadama, est de Sabako, entre Tiombanga et Kabakéina, entre Mangaizé et Monogana; nord de Mourey, entre Day et Tagantasshu).

Après avoir établi leur centre à Sargane, les Zermas se dispersèrent au nord (Tondikiwindi) et au sud (Simiri); depuis l'occupation la dispersion ne fit que s'accélérer, les villages de culture essaiment et se fixent, mais au Zermanganda des raisons politiques (désir d'indépendance, d'échapper à l'autorité des chefs) s'ajoutent parfois à la nécessité de rechercher de nouvelles terres, aussi la cause de la dispersion des villages dans ces régions ne réside pas forcément dans la recherche vitale des terres nouvelles due à l'épuisement des terrains de culture du centre d'origine; notamment l'établissement récent, toujours plus au nord, d'un groupe de vil-

lages (aujourd'hui une dizaine, Mogadiougou, Garbaitiaganda, Tiloakeina) vers la limite Tilaberi-Ménaka, limite extrême des cultures de Mil, a des buts uniquement politiques, cette région est le refuge de ceux qui désirent s'éloigner; mais le résultat est le même pour ce qui nous occupe ici, les attaques multiples des terres encore incultes.

Dans le canton de Oualam, on remarque depuis trente ans une poussée à l'Ouest (Dabré-Dingazou), mais là, la migration est bien due à la recherche de nouveaux terrains de culture, le Oualam, coincé entre les deux autres cantons du Zermaganda, manque de place.

Autres cantons de Tilaberi. — Dès l'occupation, les gens de Sinder, Doulsou, Dessa, Courtey, à l'étroit dans leurs îles fortifiées, se débandèrent sur les deux rives à la recherche de terres à petit mil et les colonisèrent en entier.

Le fait se produit encore sur la rive droite (Tera) dans le Sinder où chaque village des îles est doublé sur la haute dune riveraine d'un autre village ou plutôt d'un « quartier »; du nord au sud, sur la section du fleuve traversant le cercle, on peut dire que toutes les terres dunaires cultivables sont occupées et travaillées.

Cette colonisation n'eut pas pour cause l'épuisement des terres primitives mais seulement le désir d'expansion de races nombreuses, fortes, plus actives que d'autres.

Pour le moment ces nouveaux terrains sont encore très rapprochés du fleuve; le jour où les riverains seront amenés à en chercher d'autres, ils se heurteront aux sonrhais et cados de l'intérieur, aux éleveurs de Tera qui parcourent la rive droite à la saison sèche; des contestations de terrains existent déjà entre cados et courteys.

La région de Dargol, très peuplée, riche en bétail, possède encore d'importants terrains libres, surtout vers la Sirba, zone qui rejoint celle encore fertile du Yagha, et entre Dargol et Yéliwani. Il n'y a pas de courants d'émigration très nets, peut-être tendance à pousser vers le sud.

Dans l'Anzourou, les villages principaux sont établis le long du « gorou » mais les cultures s'en écartent de plus en plus, cependant sans création marquée de villages de culture permanents, indépendants; les terrains neufs sont encore importants, notamment entre Sarakoiré et Famélé.

Enfin entre Tilabéri et le Zermaganda existe une vaste région inculte, peu boisée, mais constituée de bonnes terres à mil; là, le

manque d'eau que quelques essais de puits avérèrent, s'oppose au peuplement pour l'instant.

DEGATS. — EFFETS.

La culture modifie plus fortement les sols sableux, dits « dunaires », qui constituent la grande majorité des terres cultivées du Niger, modifications mécaniques surtout; le couvert et les herbes supprimées, le sable est entraîné par la pluie et le vent. Les méthodes culturales indigènes qui consistent à ne jamais travailler profondément le sable, à laisser les chaumes de mil jusqu'au dernier moment avant le semis ou à les coucher sur le sol dès la récolte, pallient le mieux cette dégradation.

Là où le sable est profond, la culture peut, avec jachère et fumure, se maintenir presque indéfiniment; là où la couche argileuse est à faible profondeur, le sable disparaît plus vite. Partout où la culture, les animaux, le feu, ont passé, on rencontre de ces terrains en voie de dégradation avec tous les degrés de transformation. D'abord la couche superficielle présente, du fait des érosions pluviales et éoliennes, un certain relief que les eaux de ruissellement accentuent; dans les dépressions l'argile apparaît, l'eau s'écoule sans s'infiltrer, élargissant les rigoles, réduisant peu à peu la couche arable, sableuse, à des îlots. Les îlots en voie de disparition sont parfois encore cultivés en mil, jusqu'à ce qu'ils soient réduits à de petits massifs cramponnés à quelques souches ou buissons, encore vivaces. Le dernier stade est la plate-forme d'argile dure, véritable banco, imperméable, portant parfois un très maigre pâturage; une brousse arbustive peut encore quelquefois s'y installer grâce à quelques souches restées vivaces, mais tout apport de l'extérieur paraît bien compromis et à la merci du moindre feu de brousse, ou du passage des animaux.

Sur les terres usées de Dori, non cultivées depuis de longues années, existe un certain couvert à clairières et bosquets mais la couche superficielle arable ne paraît pas s'être reconstituée sur les plages dénudées, incapable de résister à l'érosion en nappe des fortes tornades et au vent, même à l'abri des massifs régénérés.

Le garbei (Xylopia ethiopica), le jujubier, répandus grâce à leurs fruits par l'homme et les animaux, le korombé, le sakiré, le dougha et les acacias y sont communs.

Les terrains sableux plus ou moins argileux forment la totalité des terrains cultivés; les cultures du fleuve, riz et sorgho diensé, tabac, oignons, manioc, légumes, ne représentent qu'une faible partie de l'ensemble et n'apportent pas de changement notable aux terrains inondés qu'elles occupent.

Après le cultivateur, le grand agent dévastateur est le pasteur, dans la zone sahélienne plus qu'ailleurs; l'éloignement des points d'eau, la pauvreté des pâturages exigent des parcours considérables. Les bovins commettent peu de dégâts en dehors des pâturages eux-mêmes, mais les importants troupeaux de caprins des nomades, bellas, peulhs, sont la cause d'une dévastation sauvage des peuplements d'épineux (acacias surtout). La pratique du pâturage arbustif par abatage des branches basses, puis après leur disparition, par celui du tronc, transforme rapidement la brousse boisée en steppe. La dégradation s'étend à toutes les régions mais surtout dans l'Oudalan, l'Anzourou, le Zermaganda, les régions entre les mares du nord et le fleuve, les abords du fleuve. Son évolution rapide est sensible en quelques années; en trois ans j'ai assisté à la disparition des derniers peuplements d'épineux entre Sansané et Maramé, autour de Famélé, puis au nord d'Ayorou; les chantiers de route n'y ont qu'une part réduite et localisée; les jeunes caïlcédrats de la galerie forestière de la Sirba sont chaque année massacrés par les chevriers de passage pour la nourriture de leurs animaux. Les jeunes plants, les repousses sont broutés à mesure et ne peuvent reconstituer les boisements ni même les entretenir.

Les feux de brousse sont enfin une redoutable cause de dégradation, car ils mettent la brousse en état de moindre résistance aux autres agents destructeurs, pluie et vent.

L'herbe est courte et peu touffue en zone sahélienne, le feu passe rapidement et légèrement (comparativement à la zone soudanienne), les arbres adultes résistent assez bien mais le feu détruit la paille (pâturages et couverture du sol), les feuilles sèches, l'humus n'est pas renouvelé. Mis à nu, le sable humifère de surface est entraîné par les eaux et le vent.

Les feux tardifs (mars-avril) sont les plus néfastes et malheureusement les plus fréquents, ils détruisent les jeunes pousses, repousses, fleurs, bourgeons, réduisant la reproduction et la régénération des couverts après les défrichements ou les passages d'animaux.

Rendements. — Aucuns faits ni renseignements précis ne permettent de savoir si la moyenne des rendements a baissé en général, c'est-à-dire en dehors des cas visibles, multipliés mais localisés d'épuisement des sols; à qualité égale de terrain les rendements moyens semblent se maintenir.

Baisse des eaux souterraines. — Desséchement des mares.

On ne sait pas dans quelle proportion ni depuis quand une diminution des chutes d'eau se serait manifestée, du moins depuis la période historique.

Aussi loin que remontent leurs souvenirs, les indigènes n'ont constaté que rarement une baisse sensible du débit des puits, du niveau des mares et des cours d'eau. La mare de Dori qui se dessèche entièrement ces dernières années (cinq années peu pluvieuses) en saison sèche, gardait, paraît-il toujours de l'eau autrefois (vingt à quarante ans). Quelques puits sont à sec dans le Liptako, à Petromango, Malbo, Bintougué; partout ailleurs les débits paraissent se maintenir malgré plusieurs années sèches consécutives (Zermaganda 1941-1945). Ces observations portent sur une trop courte période pour fournir les indications utiles sur le dessèchement général du Sahel et l'avance du Sahara vers le sud. Des faits plus nets et inquiétants sont le dessèchement et la mort sur pied des bois denses sur de vastes régions où l'homme n'est pas intervenu, notamment sur les collines tabulaires latéritiques, sur les plateaux d'argile compacte à graviers, phénomène que l'on rencontre un peu partout, formant parfois de simples taches dans les bois vivants, parfois couvrant de grandes surfaces; ni l'homme ni les animaux n'en sont la cause et aucune végétation ne reprend sur ces terres mortes; la cause réside sans doute dans l'asphyxie du sol provoquée par le colmatage des espaces lacunaires par les particules boueuses entraînées par les eaux et par le tassement du sol nu par les pluies violentes.

Disparition de certaines espèces végétales.

Aucune disparition totale récente n'a été remarquée, due à un changement du milieu, mais par contre l'exploitation déréglée des bois d'œuvre due à l'établissement des postes et à leur agrandissement continuel, aux industries locales (mortiers, calebasses, pirogues), a fait pratiquement disparaître de vastes régions, les arbres de grande taille; le rônier a disparu dans tout le Niger ouest et des mares de Tera, la caïlcédrat de la basse et moyenne Sirba et des marigots de Dori; le doum s'est retiré dans quelques îles de Sinder le tokoye, le tamarinier, le dinéi deviennent très rares; les besoins actuels dépassent les possibilités du pays.

Apparition de plantes nouvelles.

Une plante herbacée (Acanthospermum hispidum) très répandue dans la zone guinéenne où on l'appelle à tort « cram-cram », a fait son apparition depuis cinq à dix ans au Niger, près de certains villages de l'Anzourou (Zibane), du Liptako, du Yagha (Sebba et Solhan); les peulhs la nomment « Herbe de Gold Coast » d'où ils la croient originaire.

Les faits de déboisement ou d'appauvrissement du sol ne sont pour rien dans son apparition, ses fruits à crochets (krebs

rappelant ceux du cram-cram vrai) s'accrochent aux vêtements, aux toisons des moutons et peuvent se répandre au loin. Cette plante nuisible envahit les terres riches des abords des villages où elle forme des plages étendues et denses.

II. — LUTTE CONTRE L'USURE DES SOLS.

Limite nord des cultures.

L'extension actuelle vers le nord se rapproche de la limite possible des cultures de mil; loin au nord de Dori et Tilaberi se trouvent encore les champs d'Ansongo et de Menaka. La limitation vers le nord pourrait passer en gros par les cultures actuelles les plus septentrionales mais avec limitation vers le sud des cultures du Soudan, afin de constituer une bande réservée qui chevaucherait la frontière intercoloniale.

Protection de la forêt.

Par mise en défense totale de cette bande nord, avec passages réservés aux nomades; ensuite mise en réserve classée, d'abord dans les régions inhabitées, puis auprès de chaque agglomération importante, des zones boisées reconnues, compte tenu des besoins locaux.

— Création de coupes affouagères surveillées près des centres.

— Classer les galeries forestières des marigots et des mares.

— Surveiller l'exploitation des dernières palmeraies de doums et rôniers.

— Appliquer sévèrement les textes interdisant formellement sur tout le territoire la mutilation et l'abatage des arbres pour la nourriture du petit bétail.

Situation géographique de quelques boisements.

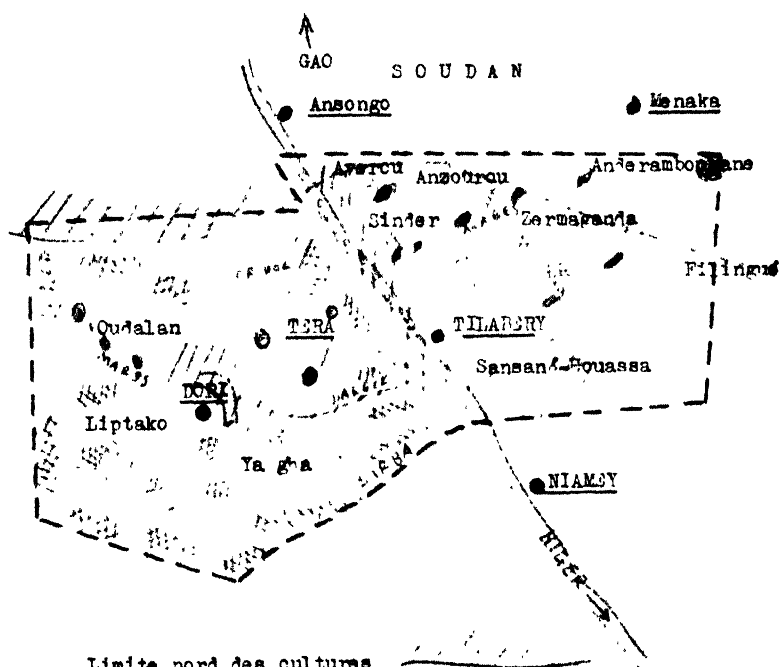
Leur dispersion n'offre rien de particulier (cf. la carte schématique).

Reconstitution naturelle.

Il faut interdire aux pasteurs l'accès de régions déterminées, déboisées ou épuisées afin de laisser le couvert se régénérer naturellement et les préserver des feux de brousse par des pare-feu nettoyés à la main ou au moyen de feux précoces dirigés; établir auprès des grands centres des coupes surveillées réservées aux bois d'œuvre et de chauffage (coupe rez-terre, laisser les jeunes et certains porte-graines, protection contre le feu).

Une mosaïque de réserves doit couvrir tout le territoire.

CARTE SCHEMATIQUE DU NIGER-OUEST
(Cercles de Dori et de Tilabery)



Limite nord des cultures

Régions les plus cultivées

Régions boisées

Reconstitution artificielle.

Sur le fleuve et aux abords des mares, semis de noix de rôniers, et des doums dans les îles et sur les berges riveraines; à l'est des postes, pour briser les vents dominants, larges bandes parallèles dirigées NO-SE alternées avec des bandes de régénération naturelle. Amplifier la production des pépinières de chef-lieu en caïlcédrats, Dalbergia, Cassia siamea, destinés au reboisement des postes et abords; semis d'essences du pays dans les parcelles de régénération naturelle et dans les endroits peu ou pas fréquentés ou bien où l'on peut interdire le pacage.

La délimitation des réserves faite, le reste est une question d'autorité, il faut la volonté et les moyens de l'exercer dans ce sens; les deux ont trop fait défaut jusqu'ici. Le nombre des gardes forestiers est très insuffisant et leur rôle mal défini, leur recrutement et leur instruction laissent à désirer (1). Chaque garde devra être affecté à un certain nombre de réserves déterminées d'une étendue permettant une surveillance constante; les textes fournissent des sanctions suffisantes, leur application sera facilitée par leur réunion en un formulaire pratique.

L'indigène est encore fermé à la compréhension de ces questions d'un intérêt général à longue échéance et la nécessité vitale de la protection de la sylve lui échappe encore, bien qu'il pâtisse le premier de la lourde charge que lui impose la recherche lointaine ou l'achat des bois d'usage courant.

Pourtant des réserves collectives de paille à toiture et à secco existent auprès de certains villages du fleuve, réserves respectées de tous, jamais mises à feu; le droit de coupe y est même loué aux étrangers; il est permis d'espérer que cette pratique pourra s'étendre aux boisements et coupes affouagères; un effort continu de dix ans pour la création de réserves communales de bois permettrait aux villageois d'en concevoir tout l'intérêt.

Fumure.

Elle existe, elle est connue et pratiquée par les cultivateurs; les maraichers du fleuve la pratiquent d'une façon adroite et efficace pour leurs cultures irriguées.

Les cultivateurs de mil en reconnaissent les effets et la nécessité mais ne font aucun effort pour la mettre en pratique. Le maintien de la fertilité par la fumure se fait de plusieurs façons pour lesquelles le travail de l'homme intervient bien peu :

(1) En 1945.

1°) on laisse les chaumes sur place après la récolte pour les faire brouter par le bétail qui fume le champ en y stationnant;

2°) le pacage ou le parcage par contrat avec peulhs ou nomades;

3°) les tiges de mil sont couchées sur le sol dès la récolte pour être détruites en partie par les termites dont l'action heureuse est connue des indigènes (aération du sol, déjections, léger brassage de la couche arable par remontée de la terre des galeries) ; cette pratique a l'avantage capital également d'assurer un paillage du sol en saison sèche qui combat l'érosion éolienne et, lors des premiers semis, protège les poquets contre l'ensablement par pluies et vents.

Les terres à petit mil, bien fumées, avec jachères à longs intervalles gardent longtemps leur fertilité. L'exemple le plus net se voit dans la région de Libore-Dounga (entre la Station agricole de Kolo et Niamey, le long du fleuve) ; les nombreux troupeaux de l'intérieur passent ou séjournent sur ces terrains au cours de leurs déplacements vers le fleuve; au début de l'hivernage, au moment des semis, le sol est abondamment fumé.

Les Gaos (Acacia albida) respectés par les cultivateurs sont nombreux et magnifiques, donnant aux cultures une allure de parc, car le reste de la brousse a complètement disparu. Le fruit du Gao nourrit le petit bétail en saison sèche; les jeunes arbres sont suffisamment respectés pour que la densité des peuplements se maintienne sans gêner la culture, le gao qui perd ses feuilles en hivernage (son cycle végétatif se poursuit pendant des saisons inverses du reste de toute la végétation sahélienne) permet aux cultures de petit mil de prospérer sous son couvert. les branches basses sont toujours élaguées, dégageant le tronc sur trois ou quatre mètres; le terrain qui l'entoure immédiatement passe même pour particulièrement fertile, grâce à l'apport d'humus de son feuillage assez dense qui tombe aux premières pluies et est de ce fait mieux incorporé au sol, grâce aussi au fait que le bétail recherche ses fruits et son ombrage en saison sèche; les plus beaux troncs fournissent des pirogues légères très utiles pour parcourir les plaines d'inondation, les rizières et les borgoutières.

Cette situation privilégiée se retrouve partout près du fleuve, des mares, des points d'eau, mais n'est pas toujours mise à profit par les cultivateurs qui craignent pour leurs mils les dégâts causés par le bétail près des lieux de rassemblements permanents; les points d'eau sont souvent aussi situés au milieu des terres argileuses impropres à la culture et le fumier très abondant n'est utilisé par personne; l'indigène est jusqu'ici réfractaire à tout transport de fumier, même sur de très courts parcours, sauf pour les cultures

irriguées de saison sèche — tabac, oignons, légumes —; les villages ramassés de l'Anzourou et des îles du fleuve possèdent jusque dans leurs cours des tas de fumier énormes, au point que les cases paraissent en contrebas, que personne ne déplace, même par souci de propreté et d'hygiène.

Ailleurs, dans la majorité des cas, les troupeaux sont dispersés, il ne reste au village que quelques chevaux, vaches laitières, chèvres; les terrains de parcours sont loin des cultures en hivernage, le fumier est perdu. Le cheptel est d'ailleurs trop peu nombreux pour assurer la fumure suffisante des cultures actuelles, même si le fumier pouvait être récupéré en entier; à Dori par exemple, les 50.000 bovins et 80.000 ovins/caprins ne produisent pas assez de fumier pour l'entretien des 75.000 hectares cultivés dans le cercle.

Pour remédier à l'éparpillement des troupeaux il faudrait améliorer les pâturages, créer de nouveaux points d'eau, des réserves fourragères et lutter contre les feux de brousse, surtout les feux tardifs. Mais si la lutte contre les feux et la création de points d'eau sont possibles, et même activement poussée pour cette dernière, le reste n'est pratiquement faisable que dans les stations d'élevage, d'agriculture et les centres de colonisation.

Le moyen le plus à la portée des indigènes et le seul praticable actuellement pour augmenter les fumures, consiste à obliger les collectivités à transporter aux champs les déjections d'animaux, les résidus ménagers, les balayures du village, les bales de mil et de riz, à épandre au loin le fumier trop abondant des parcs. La difficulté d'obtenir cela de la part des colons des centres de colonisation, de même que la création de fosses à compost et fumier par villages de colons, montre que cette question demande une autorité de tous les instants pour être résolue efficacement car il ne faut pas attendre que l'arrêt du nomadisme agricole par suite de l'épuisement des terres neuves vienne contraindre les cultivateurs à considérer comme vitale la conservation de la fertilité des sols alors qu'il sera déjà trop tard pour que les terres encore cultivables puissent nourrir une population sans cesse croissante.

Agriculture and Forestry in Relation to Soil and Water Conservation in Sierra Leone

by

F. C. DEIGHTON, Plant Pathologist,
Department of Agriculture, Sierra Leone.

Submitted for Pastures/Forestry Joint Publication on
« The Conservation of Vegetation in Africa ».

It must be appreciated that no detailed vegetational or soil survey of Sierra Leone has yet been undertaken, and only scanty meteorological data are available for most parts of the country (and none at all for certain large areas).

Except for the Colony Peninsula, some 25 miles long and 10 to 12 miles broad, which is mountainous (up to 3,000 feet), the coastal strip is flat and low-lying, and the numerous river estuaries are bounded by extensive mangrove swamps. Up to 100 miles inland from the coastal strip, the western and southern part of the Protectorate is relatively flat and less than 250 feet above sea-level, broken in places by ranges of hills rising to 1,000 feet or more. The general level of the land rises, further east and north, to over 1,000 feet, and the land becomes sharply undulating, with several hill ranges up to 2,000 feet or more extending in a general north-east to south-west direction, and two tall mountain masses (the Loma and Tingi Mountains) rising over 6,000 feet in the north-east and east.

Nowhere is the rainfall much below 90 inches a year. In the hills of the Colony Peninsula it varies from 150 to over 300 inches, more than 120 inches having been recorded at one place in a single month. Rainfall over most of the Protectorate varies between 95 and 130 inches, becoming somewhat lower in the north and north-east and rather higher in the south and south-east. In consequence, there are no fewer than ten major rivers, with several larger and many smaller tributaries, flowing through Sierra Leone (six of the rivers having their entire origin within its boundaries), and numerous swamps

or marshy areas in all depressions and valleys throughout the country. All rivers and streams become greatly swollen as the rainy season advances, a rise of 25 to 30 feet over the dry season level being common, and extensive flooding regularly occurs.

The seasons are divided into wet and dry. The wet season lasts from about May to October, the heaviest rain falling in July, August and September. There is a marked drought about January-February during which the dry north-east harmattan wind blows for a period varying from a week or two to more than a month : longer and more pronounced further north. Small but important variations in the length of the dry season occur, the dry season being of slightly longer duration in the north-west, where certain areas with the same annual rainfall as places further south have, in consequence, a heavier monthly precipitation in July, August and September.

It is certain that the original vegetation over the whole of Sierra Leone was forest. But this was long ago altered by the agricultural pursuits of the inhabitants. The result is that now one may roughly say the vegetation of the southern half of the Protectorate is forest or regrowth « bush », and the northern half is tall grassland or tall grass-orchard bush savannah in which a few forest islands occasionally remain.

The normal method of farming in the southern area is to fell the trees, burn them, and take one crop of rice (with which is usually interplanted cassava which matures the following year), and then allow the coppiced tree stumps to grow up again. In general it may be said that given 7-9 years' regeneration, soil fertility is adequately maintained under this system and (provided the slope is not too steep) no obvious soil erosion occurs.

With a shorter period of « bush fallow », which is bound to happen as the population increases, there is rapid degradation to thin scrubby bush mixed with *Chasmopodium*, lalang (*Imperata*) and other grasses such as *Andropogon* spp., and crop yields decrease greatly.

It appears that natural bush regeneration in the north is much more difficult, and the forest rapidly changes to grassland savannah (*Chasmopodium*, *Andropogon* and other tall grasses). Fires become annual events, and the reversion to forest is completely checked. Complete prevention of fire, at least at an early stage, will result in reestablishment of forest. This is, however, rarely practicable. When areas of grassland are extensive and complete prevention of fire presents almost insuperable difficulties, it is considered wiser to advocate early burning to avoid the outbreak of uncontrollable and highly destructive fires which would almost certainly occur if the grass was left to the risk of ignition late in the dry season.

The grasslands can, however, be farmed periodically (with a 5 or 6 year fallow) without any marked further degradation, and there is nothing to suggest that grassland soils are not as good as forest soils for periodic arable cultivation : in fact, there is some reason to think that certain of them may even be better.

Certain special areas exist, outside the forest and general grassland savannah areas already mentioned. The most important is the *Lophira* orchard bush savannah of the Port Loko District, which is singularly infertile and often consists of no more than a thin soil over a lateritic pan. Others are the fertile Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*) grassfields of the Kissi chiefdoms in the east, the grasslands of the sandy coastal areas in the soùth, and the *Borassus* palm savannah in the Tambakka Chiefdoms in the extreme north-west. Special soil variation may account for these.

Probably over 90 per cent of the population of Sierra Leone are peasant farmers, and the chief problems in connection with soil degradation and erosion result from overfarming consequent on increase of population. At this stage, no better method of arable farming of upland soils can be suggested that the present native method of growing one annual crop (rarely, two or three in successive years is possible) followed by a fallow period of some 7 or 8 years during which the natural « bush » or grass vegetation becomes re-established and soil fertility is gradually restored to its original status. The native farmer recognises what tradition has proved to be the best length of fallow : he also realises that more steeply sloping land should not be farmed, or at least should be farmed less often. As population increases, however, the fallow period has perforce to be shortened, and farming extends into the forest on slopes which were formerly recognised as being properly left undisturbed.

The problem, therefore, is how to fit a steadily increasing farming population into the small area of land.

AGRICULTURAL AND FORESTRY CONSERVATION MEASURES.

The Agricultural Department has encouraged the greater use of inland and littoral swamps for arable crops (of which rice is the most important and is the staple food in Sierra Leone), the restriction of upland arable farming to relatively flat land (with a long fallow period), the cultivation of permanent trees crops on the lesser slopes, and the complete prohibition of farming on steeper slopes.

The maintenance of inland swamps in good condition is dependent on a good constant water supply with avoidance of sudden flooding. Forest reserves on the catchment areas are designed to ensure this. Similarly, forest reserves on the catchment areas of the numerous large

rivers in Sierra Leone are designed to prevent flooding in the heavy rains and to ensure water supplies throughout the dry season. It is thought that permanent tree crops (such as cocoa, coffee and oil palms) on the lower and more gradual slopes can adequately replace natural forest in this function. Unfortunately, forest reservation in the numerous major catchment areas of the country are by no means yet adequate : a matter well realised by the Forestry Department.

The mangrove swamps along the river estuaries are capable, when not too salt, of cultivation year after year giving high yields of rice : many of the inland swamps are similarly capable of regular annual cultivation, often bearing crop of rice in the wet and of sweet potatoes in the dry season, while certain other inland swamps and low-lying marshy places will at least bear a good rice crop after a much shorter fallow period than ordinary upland areas. Intensive vegetable cultivation in certain inland swamps, using locally made compost, is a further possibility in the vicinity of the larger towns.

Large areas of untouched mangrove forest, suitable for rice cultivation, with no preparation other than clearing, still exist along the estuaries — especially of the rivers south-east of the Colony Peninsula. Their exploitation is being actively encouraged by the Agricultural Department. Loans sufficient to pay for the skilled labour in felling the mangroves are made to farmers by the Native Administrations (as a continuation, in recent years, of the original Government mangrove loan scheme), with arrangement for repayment when the land is in bearing.

It must here be mentioned that the tidal flow of the water creates a new erosion problem along the river banks in cleared riverine mangrove swampland. It is recommended that a protective line of mangrove should be left along the bank of the river, though it is at the same time realised that such a belt of mangrove harbours monkeys which are very destructive to the rice and which need constant discouragement.

The possibilities are also being explored of increasing the area of swamp land available for rice cultivation in the littoral zone, by simple drainage of the extensive sedge-swamps which occur behind the mangrove swamps and which at present are uncultivated, apparently only because of bad drainage. Empoldering in saline littoral swamp areas is a further means of increasing the area of rice land : a small amount of such empoldering has already been carried out by native farmers, and the Department of Agriculture is now experimenting in several areas with a view to initiating development on a larger scale.

Clearance schemes in suitable but hitherto unexploited or incompletely exploited inland swamps have recently been carried out at certain places in the Northern Province, the preliminary work of clearing being carried out by the Native Administration which then

leases acre-lots of cleared swamp to local applicants. The success of the first inland swamp clearance schemes has created a demand for similar schemes to be inaugurated in other Native Administrations.

Concurrently, selection of higher-yielding strains of local and introduced varieties of rice continues, the pure selected seed being distributed to farmers in both deltaic and inland swamp areas.

Cattle management in the grassland areas of the north is at present only more or less a ranching system. The possibilities of better management, including the use of artificial pastures and rotational grazing, are being explored and preliminary results show promise. If successful, such improved cattle management should eliminate the likelihood of degradation of the vegetation and soil erosion which is otherwise very liable to occur, besides increasing the number of animals which can be supported per acre and offering the possibility of intensive small-scale arable cultivation of some of the land with the use of farm-yard manure. The possibilities of good animal husbandry, using the local trypanosomiasis resistant « Ndama » cattle, in the more degraded « bush » areas in the south also seem hopeful

Perhaps the greatest difficulty at the moment lies in the distribution of population and its antipathy to shift from overfarmed uplands to underpopulated areas with more fertile land. This difficulty is enhanced by the small size of the numerous chiefdoms into which the Protectorate is divided. One result is that it is extremely difficult to obtain the consent of the local people for new forest reserves in precisely those parts of the country where, because of vegetational degradation due to overfarming which is in turn due to over-population, they are most immediately essential.

Forest Reserves.

Forest conservation is effected by the creation of State Forest Reserves and of protected forests, the latter differing from Forest Reserves in that they come into the ambit of Native Administration development and that no Settlement Court procedure is required for legal constitution.

The approximate area, excluding water surfaces, of the Colony and Protectorate is 27,000 square miles. To date, while 36 *per cent* of the 250 square miles of the Colony (which is mostly mountainous) is Forest Reserve, little more than 3 *per cent* of the 26,750 square miles of the Protectorate is Forest Reserve or Protected Forest.

At the end of 1947, Forest Reserves totalled 830.2 square miles, of which 46.7 were constituted during 1947. A preliminary request for the reservation of a further 130 square miles in the Loma Mountains was also signed by the Tribal Authorities. Protected Forests totalled 79.2 square miles, of which 8 square miles were constituted during

1947. More Protected Forests could have been constituted but for shortage of trained staff to carry out the surveys.

Soil Conservation Areas.

A new development was inaugurated in 1945, when one chiefdom in the Kenema District was declared a « Soil Conservation Area » in which the Tribal Authority, with advice of the Agricultural and Forestry Departments and of the Provincial Administration, may make Orders restricting or prohibiting farming operations, etc. The first Order made by the Tribal Authority prohibited the cutting or burning of vegetation for farming purposes on the slopes of eleven specified hills within the chiefdom. A survey of the chiefdom is being carried out by Agricultural and Forestry Officers.

Other chiefdoms have not been slow in following this example. In 1946 two more were gazetted as Soil Conservation Areas and orders were issued prohibiting the farming of certain named hills and of land in the vicinity of certain named rivers (the response of the local people to these orders by the Tribal Authority being most encouraging); while in 1947 two chiefdoms followed suit, though up to the end of the year the Tribal Authorities had not ratified the necessary Orders. These chiefdoms are situated in a region where grass has replaced the original forest and where a conservation measure of the first importance is the prevention of fierce annual grass fires by the controlled early burning of the grass. During the past year this was successfully carried out, under the supervision of the Forestry Department, in seven chiefdoms.

Soil Conservation Team.

Approval was given by Government, in 1947, for the formation of a Soil Conservation team in Sierra Leone, to consist of an Agricultural, a Forestry and an Administrative Officer, with the following purpose : to review the general position in regard to soil and water conservation; to ascertain which are the areas most urgently in need of treatment; to examine the causes of soil deterioration and erosion in those areas, and to indicate possible measures to remedy the position in those areas. The team will be made up of officers seconded from normal duties, and will start work as soon as staff is available.

Erosion des Sols du Sénégal oriental, du Soudan occidental et du Fouta Djallon

par

BELLOUARD,
Inspecteur Principal des Eaux et Forêts.

Les phénomènes d'érosion revêtent, dans les régions du Sénégal oriental, du Soudan occidental et du Fouta-Djallon une importance considérable, non seulement pour l'économie locale, mais aussi pour les populations des basses vallées, des fleuves d'Afrique occidentale, qui y prennent leur source : Sénégal, Gambie, Rio Geba, Tinkisso (affluent du Niger), Tominé.

On rencontre deux grands types de sol : les sols rouges des savanes soudaniennes et les sols latéritiques, étroitement associés aux zones climatiques (Carte, fig. 1) qui seront définies plus loin.

I. — L'EROSION DES SOLS ROUGES ET DES SAVANES SOUDANIENNES.

Les sols rouges des savanes soudaniennes peuvent être définis succinctement de la manière suivante :

1. En surface, un horizon humifère, pouvant atteindre 30 cm. d'épaisseur, plus ou moins riche en humus, suivi d'un horizon de 20 cm. (quelquefois moins) beaucoup plus clair.
2. Au-dessous, un horizon rouge d'accumulation du fer, de deux mètres d'épaisseur environ, plus compact que le précédent. La couleur rouge est la plus fréquente, mais l'horizon peut être jaune rougeâtre.
3. A la partie inférieure, un horizon jaunâtre ou blanc, relativement meuble, produit de l'altération de la roche-mère; en contact avec elle.
4. La roche-mère, qui est un grès, un quartzite, un jaspe, un schiste, une terre d'alluvion.

Ces sols sont en relation avec le climat soudanien dont les caractéristiques sont :

Précipitations comprises entre 700 mm. et 1.100 mm.

Saison sèche de 7 mois;

Température moyenne annuelle de 28° à 30°;

Température moyenne des quatre derniers mois de saison sèche supérieure à 30°;

Evaporation moyenne journalière intense.

L'érosion des sols rouges de savanes intervient dès que les cultures anarchiques et épuisantes sont faites sur des terrains en pente. Il suffit d'ailleurs que cette pente atteigne 2 ou 3 % pour qu'une érosion se manifeste.

FIG. 1.
Carte des climats

Le premier stade de dégradation est celui de l'appauvrissement en humus et en matières minérales; la densité du couvert végétal diminue après les cultures, des espèces xérophiles à croissance lente et des graminées ravagées par les feux de brousse s'installent et remplacent la végétation climatique; le bilan en matières organiques du

sol devient négatif; le ruissellement agit avec plus d'intensité sur un sol nu, pauvre en humus.

Au deuxième stade, une érosion en nappe, due au ruissellement, décape l'horizon humifié, la couche rouge apparaît.

Des ravinements succèdent à l'érosion en nappe; l'horizon rouge imperméable les favorise. Ces ravinements sont généralement précédés par la formation de petits ressauts de 2 ou 3 cm. de hauteur.

Lorsque les ravinements atteignent le troisième horizon du sol, le phénomène s'accélère, car cet horizon est meuble; son enlèvement étant beaucoup plus rapide que celui du deuxième qui possède une certaine cohésion, une paroi verticale se forme et la terre de l'horizon rouge tombe en grosses masses au fond des ravinements.

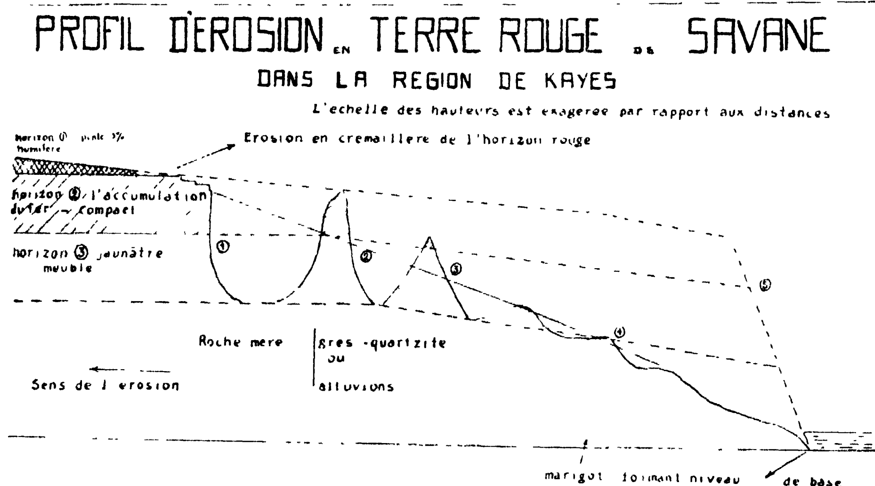


Fig. 2.

1) Falaise formée par éboulement en masse de l'horizon 2 sapé par en dessous, l'horizon 3 plus meuble étant plus facilement entrainé

2 et 3) Buttes témoins qui possèdent encore les horizons caractéristiques.

4) Roche-mère en pointillé.

5) Ancien profil du sol avant érosion. La couverture vivante aussi bien sur la faible pente que sur la pente raide avoisinant le cours d'eau, empêchait l'érosion.

La roche-mère est mise à nu fréquemment; lorsqu'il s'agit d'une terre d'alluvion, plus de 10 mètres de terre peuvent être enlevés, si la cote du niveau de base est suffisamment basse (croquis n° 2).

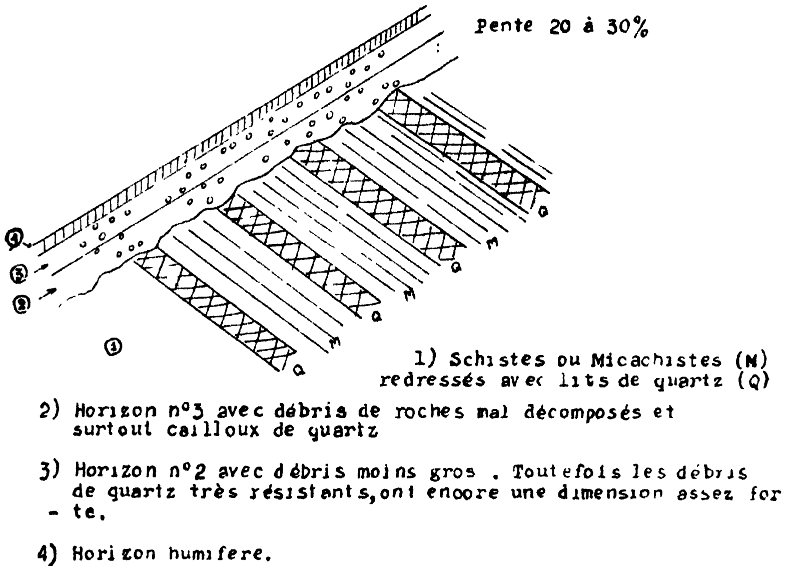
Sur les pentes fortes, où les horizons sont très réduits, le découvert du sol entraîne rapidement la disparition de la terre végétale fine et il ne reste qu'un cailloutis stérile, surtout lorsque la roche-mère est dure : quartzites, jaspes, schistes durs, conglomérats.

Dans le pays Bassari, le cailloutis est formé par les couches de quartz dur, résistantes à l'altération, incluses dans les micaschistes redressés (croquis n° 3).

Dans la zone de passage entre les sols latéritiques et les sols rouges de savanes et, surtout, lorsque la roche-mère est schisteuse,

SOL ROUGE DE SAVANE DU PAYS BASSARI AVANT EROSION

Horizons différenciés – Couverture vivante abondante



LE MEME SOL APRES EROSION

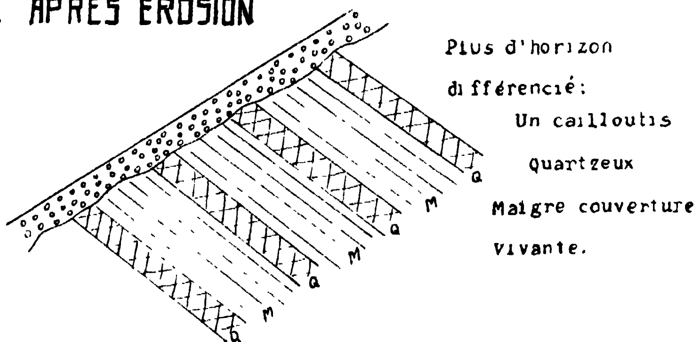
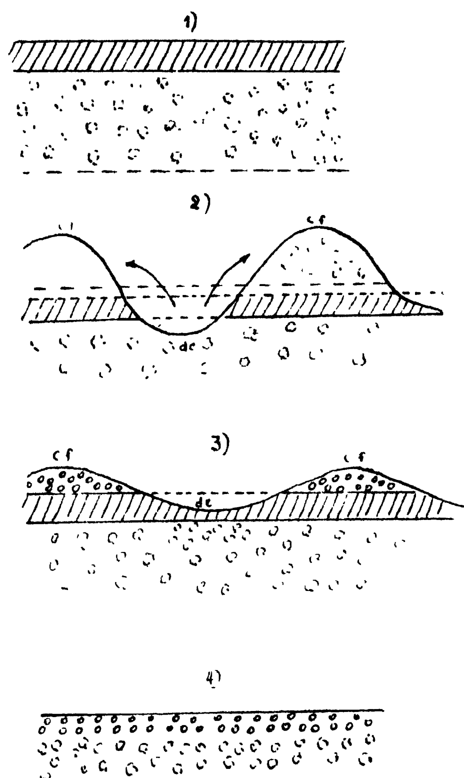


FIG. 3.

des concrétions ferrugineuses, remaniées par les façons culturales, restent sur place et finissent par recouvrir le sol d'un véritable cailloutis stérile (croquis n° 4).

Les dégradations revêtent, dans la zone soudanienne, une ampleur considérable.

STADE DE DEGRADATION D'UN SOL ROUGE DES SAVANES SOUDANIENNES A CONCRETIONS FERRUGINEUSES



1) Un sol rouge des savanes déjà appauvri en humus de la région de Kita.

a) Horizon humifère, terre fine meuble.

b) Horizon rouge d'accumulation du fer avec tendance au concrétionnement.

2) Mise en buttes de la terre par le cultivateur.
Celui-ci racle l'horizon a) et une partie de l'horizon b) pour édifier les buttes.

3) *Aspect du sol après la culture.*
La terre fine des buttes a été entraînée par l'érosion, elle est partie par les dépressions (de) ménagées entre les buttes
Les concrétions ferrugineuses (cf) ramenees en surface par le cultivateur sont restées sur place et se sont durcies
Dans la dépression (de) il y a tendance au durcissement de l'horizon b.

4) *Stade final.*
Apres des cycles culturaux fréquents la couche a) a disparu, un cailloutis ferrugineux surmonte la couche b).

Fig. 4.

Les sols les plus atteints sont les terres d'alluvions qui sont favorables à la culture et situées généralement à une cote assez élevée par rapport à un niveau de base proche. Les environs immédiats des grandes villes et des grands fleuves sont très dégradés; rien qu'autour de Kayes, une dizaine de milliers d'hectares sont à peu près stériles et la vaine pâture comme les feux de brousse accentuent ces phénomènes.

Les pentes fortes situées au pied des massifs de grès horizontaux n'ont pas échappé à la dégradation, car les cultivateurs apprécient la fertilité des sols jeunes qui s'y trouvent.

Néanmoins, dans bien des cas, en dehors des régions très peuplées, les dégradations des sols rouges de savanes ne dépassent pas le stade d'appauvrissement en humus.

Une protection complète contre les feux de brousse permettrait l'amélioration de ces sols et leur utilisation agricole, à condition, toutefois, que les cultures soient faites dans de bonnes conditions.

II. — EROSION DES SOLS LATERITIQUES.

Par définition, un sol latéritique est déjà dégradé; les hydroxydes d'alumine et de fer, sans valeur pour les plantes, restent en place, tandis que les bases alcalines et alcalino-terreuses sont progressivement entraînées par les eaux de percolation. Dès que la cuirasse se forme, réduisant à quelques dizaines de centimètres, ou même moins, la partie du sol meuble utile aux plantes, la dégradation physique accompagne la dégradation chimique.

L'homme, par ses cultures anarchiques et le déboisement, accélère les phénomènes de dégradation et prépare la voie à l'érosion. En effet, la disparition du couvert augmente l'évaporation, dont les conséquences sont : la ferrugination, le durcissement des concrétions ferrugineuses du sol, et du complexe latéritique en cuirasse. La période la plus favorable à ce phénomène est le début et la fin de la saison des pluies, car aux pluies peu nombreuses succèdent des périodes d'insolation de longue durée; les eaux pluviales n'ont pas le temps de descendre à une profondeur suffisante, l'évaporation les ramène en surface avec le fer en solution colloïdale qui précipite, formant des cuirasses ferrugineuses et des gravillons ferrugineux.

L'érosion varie avec les divers types de sol rencontrés.

L'altération latéritique existe à partir de l'isohyète de 1.100 m. et prend vers le Sud, en Guinée française, une importance de plus en plus grande. Sur les pentes, l'altération se manifeste lorsque la pluviométrie atteint 1.600 mm.; elle augmente avec la pluviosité et diminue lorsque la pente augmente.

Il existe plusieurs types de cuirasses :

1) Les cuirasses de formation actuelle, qui occupent la surface des pénéplaines, mais existent aussi sur les pentes inférieures à 20 % au Sud de la courbe pluviométrique de 1,800 mm.; dans ce cas, leur aspect est généralement disloqué.

2) Les cuirasses de plateau, dont la formation est arrêtée bien que se trouvant sous un climat favorable; elles apparaissent comme les témoins d'anciennes pénéplaines en relation avec d'anciens cycles d'érosion. (On trouve quelquefois 3 ou 4 cuirasses contemporaines de 3 ou 4 cycles.)

3) Les cuirasses fossiles, en voie de décomposition témoignant, dans les pays de climat soudanien, d'un paléoclimat plus humide qui a permis leur formation.

4) Les bowals (1) de pente sont des formations complexes qui se distinguent des cuirasses, car leurs éléments constitutifs proviennent des produits de désintégration des cuirasses de plateau et du concrétionnement des horizons inférieurs du complexe latéritique (croquis n° 5).

(1) Nom foula qui désigne une large surface latéritique mise à nu

Dans les régions soumises au climat soudanien, on ne trouve que des cuirasses latéritiques ferrugineuses fossiles en voie de décomposition. Vers la surface, s'individualise un gravillon ferrugineux dense de couleur noire; en profondeur, les éléments sont de plus en plus grossiers et l'on passe à la cuirasse compacte.

Souvent, en terrain subhorizontal, les cuirasses sont recouvertes d'une épaisseur plus ou moins grande de sables d'origine éolienne, dont le dépôt est probablement contemporain du dernier dessèchement du Sahara. Ces sables ont donné un sol rouge de savane qui surmonte la cuirasse en voie de désagrégation. L'érosion pluviale, sur les faibles pentes (2 à 3 %), et l'érosion éolienne, sur les vastes espaces dénudés par les cultures anarchiques et les feux de brousse, ont mis à nu les cuirasses fossiles dans de vastes régions du Soudan

SCHEMA DE FORMATION D'UN BOWAL DE PENTE

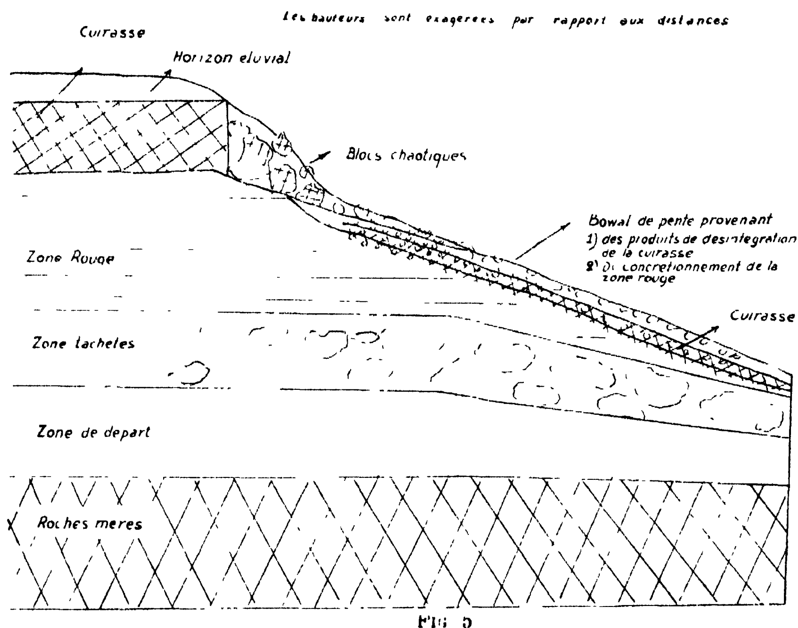


FIG 5

occidental et du Sénégal. Dans ce dernier pays, l'extension de la culture de l'arachide vers l'Est, au delà de Kaffrine, vers Tambacounda et en Haute Casamance, devra tenir compte de la présence, presque constante, d'une cuirasse latéritique fossile déjà mise à nu en maints endroits.

Le climat soudano-guinéen est très favorable à la formation des latérites. Ses caractéristiques sont les suivantes

Pluviosité comprise entre 1.100 mm. et 1.400 mm.;

Durée de la saison sèche : 6 mois;

l'empérature moyenne annuelle : 28°;

Température moyenne des quatre derniers mois de saison sèche : 30°;

Humidité relative moyenne annuelle : 65.

On y rencontre les sols latéritiques ci-après :

1. Des latérites argileuses sur les pentes;
2. Des latérites de plateau, avec une cuirasse épaisse de plusieurs mètres, de formation ancienne;
3. Des latérites de pénéplaine avec cuirasse en formation;
4. Des bowals de pente.

Les latérites de plateau, fréquemment mises à nu, ou recouvertes d'une mince couche de limon blanchâtre, sont très anciennes, et l'homme ne peut être rendu responsable de l'érosion qui a mis à nu la cuirasse; mais il n'en est pas de même des latérites de pénéplaine dont la cuirasse affleure en maints endroits, et surtout des bowals de pente, où les cultures anarchiques de l'homme, prolongées par les feux de brousse, ont eu comme résultats la stérilisation d'immenses régions. La carte n° 6, exécutée d'après les photographies aériennes, montre le processus de dégradation. Il s'agit d'une pénéplaine à cuirasse latéritique soumise à un nouveau cycle d'érosion. Un réseau de marigots la découpe en mamelons d'altitude peu élevée (20 à 30 mètres par rapport au niveau du réseau hydrographique), dont les flancs sont occupés par d'immenses bowals de pente. On remarque le contour polygonal des anciens champs de culture, maintenant stériles et dénudés, d'une des peuplades les plus arriérées de l'A. O. F., les Bassaris.

Le climat guinéen occidental est très favorable à la formation des latérites; ses caractéristiques sont les suivantes :

Précipitations annuelles supérieures à 1,400 mm.;

Saison sèche de 5 à 6 mois;

Température moyenne annuelle : 26°5;

Evaporation moins élevée que pour le climat soudano-guinéen.

Les argiles latéritiques atteignent, sur les pentes, des épaisseurs considérables, et les cuirasses se forment, même sur les pentes, quand celles-ci sont inférieures à 20 %.

L'érosion y atteint, là aussi, une ampleur considérable, mais les cuirasses plus tendres se disloquent facilement et ne forment pas les immenses dalles compactes dures et ferrugineuses des régions à climat soudano-guinéen, elles sont même susceptibles, après protection contre les cultures et les feux de brousse, de se recouvrir d'une végétation forestière dense, et un sol végétal peut se reconstituer à partir des débris de la cuirasse.

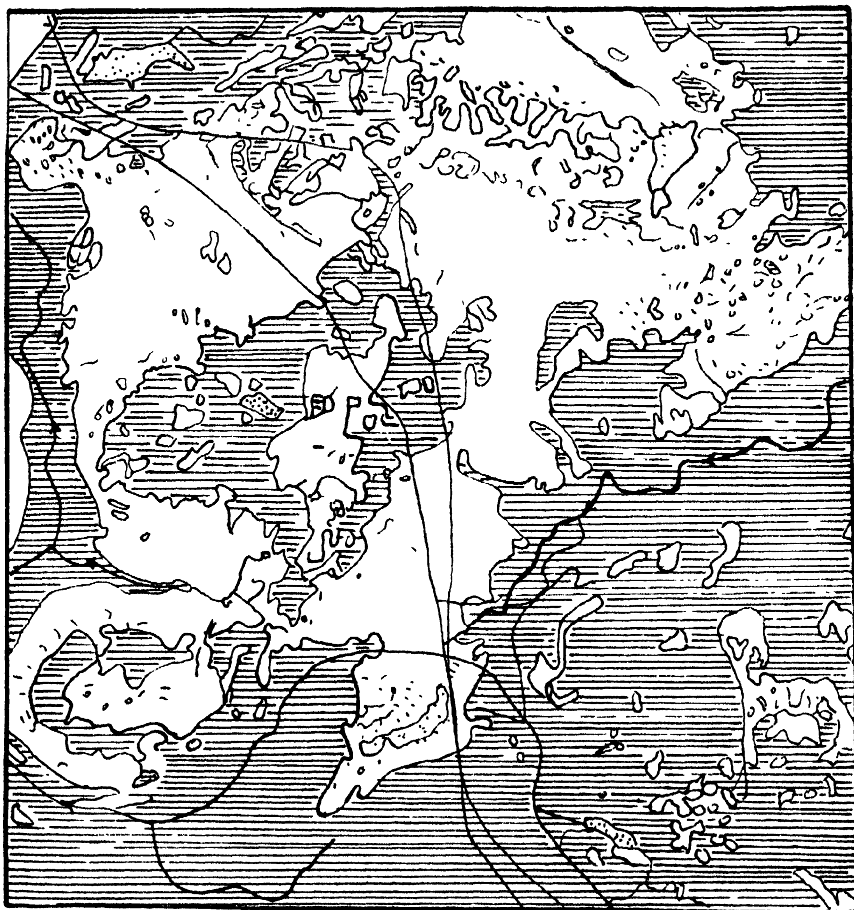
Ces caractères s'accentuent dans les régions à climat foutanien (climat des montagnes du Fouta-Djallon, caractérisé par une saison

Bowals latéritiques de pente de la région comprise entre Gaoual et Youkounkoun

Echelle $\frac{1}{40000}$

route — marigot — bowals dénudés

champs de cultures actuels — bowals encore recouverts de végétation assez claire et vallée boisée des marigots



Exécuté d'après la photo 55 du cheminement 44 du Service Géographique Saint-Louis, le 5 mai 1947. l'Assistant des Eaux et Forêts. ASQUET. Joachim

FIG. 6.

sèche moins longue de 3 à 4 mois, une humidité atmosphérique et des précipitations plus grandes, des températures moins élevées) où les cuirasses bauxitiques tendres, qui contiennent des inclusions silico-argileuses, se décomposent assez rapidement, en donnant un nouveau sol, qui peut porter une végétation satisfaisante.

Sous ces deux derniers climats, l'érosion des latérites, argileuses est un phénomène fréquent dans les pays montagneux. L'entraînement de la partie meuble du sol peut être très rapide. Il existe un véritable équilibre entre les facteurs d'érosion (pente, pluviosité, découvert du sol), la nature de la roche-mère, qui s'altère plus ou moins vite (dans l'ordre décroissant de vitesse d'altération, nous citerons : les schistes tendres, les grès argileux, les schistes durs, les do lérites, les gneiss, les granites, les micashistes, les quartzites) et sa morphologie (altération en boule des dolérites, pendage qui permet la pénétration des eaux pluviales, dislocation des couches multipliant les fissures, énormes dalles de granit ou de grès qui favorisent le ruissellement).

Presque toutes les pentes du Fouta-Djallon, très cultivées, sont atteintes par l'érosion; la roche-mère est mise à nu en de nombreux endroits; ailleurs, après entraînement de la terre fine, des plaquettes de schistes ou des débris grossiers à moitié altérés stérilisent le sol.

L'ampleur des phénomènes d'érosion sur les sols latéritiques est considérable. Nous estimons que, dans les régions à climat soudano-guinéen, 70 à 80 % des sols sont stériles; dans les régions à climat guinéen occidental, le taux est de 60 % ; au Fouta-Djallon, les ressources agricoles vont en s'amenuisant; en certains endroits : régions de Labé, Mali, Tougué, 70 à 75 % des terrains sont pratiquement stériles.

CONCLUSION

Rien n'a été fait pour lutter sérieusement contre l'érosion; au contraire, la colonisation a favorisé, par l'extension des cultures, la dégradation des terres.

Il faut, avant tout, maintenir sur les terres non cultivées et les jachères un couvert suffisant, et pour cela :

a) Interdire ou réglementer les feux de brousse;

b) Mettre en défens les terrains dégradés et ceux susceptibles de dégradation par extension de la notion de périmètre de reboisement.

Les autres étapes de la lutte :

a) Interdiction des pratiques agricoles érosives;

b) Généralisation des méthodes de culture intensive, conservatrices de la fertilité des sols,

dépendent de l'état d'évolution de populations très attachées encore à une agriculture archaïque.

L'Erosion éolienne dans le Nord du Sénégal et du Soudan français

par

Georges AUBERT,
Ingénieur agronome, licensié ès Sciences, Maître de Recherches à l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale.

et

Roger MAIGNIEN,
Ingénieur agricole chargé de recherches à l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale

Sur une grande partie de l'Afrique Occidentale, les sols subissent une violente érosion : dans le Nord, l'agent principal en est le vent; dans le Sud, les pluies.

L'érosion éolienne est très forte dans les zones sahariennes (*) et sahéliennes et dans une partie de la zone soudano-sahélienne (1), au Nord d'une ligne passant par Thiès, Bambey, Diourbel, Bakel, au Sénégal; le Nord de Kayes, Mourdiah, Niono et Mopti, au Soudan.

Le climat (2), de type tropical semi-aride, y comporte deux saisons nettement tranchées : la saison sèche s'étend au moins d'octobre à juin, la saison humide, au plus de juin à septembre.

Comme le montre le tableau ci-dessous, la pluviométrie moyenne annuelle est, dans toute cette région, inférieure à 650 m/m.

La température moyenne est très élevée; l'amplitude thermique augmente du Sud au Nord et de l'Ouest à l'Est. Les températures extrêmes peuvent atteindre 48° et 49°. Le degré hygrométrique est très faible pendant la saison sèche. Les vents sont surtout violents pendant la saison sèche. L'harmattan, vent chaud et très sec, souffle alors de l'Est et du Nord-Est. Pendant l'hivernage, dominent les vents du Sud-Ouest.

Les chiffres entre ( ) renvoient à la liste de références bibliographiques, la fin de cette étude.

(*) Nous n'envisagerons pas, ici, la zone saharienne, de moindre importance du point de vue agricole.

TABLEAU I.

Données climatiques (2 et 3).

1) Pluviométrie moyenne annuelle (en mm.).

Sénégal		Mauritanie		Soudan	
Dagana	360,6	Nouakchott	163,1	Goundam	286,9
Saint-Louis	392,8	Timbedra	282,8	Niafounké	369,9
Podor	433,5	Nema	300	Sokolo	414
Louga	444,6	Rosso	320,6	Mopti	520,4
Bakel	528,3			Niono	541,2
Linguère	630,9			Yélimané	589,1
Thiès	647,4			Mourdioh	591,6
Bambey	653,7			Nioro	599,1
				Banonkoro	708,6

2) Température, en degrés C.

Station	Moyenne annuelle	Extrêmes
Saint-Louis	24,8	10,4 à 42,5
Nouakchott	25,1	5 à 47
Bambey	26,9	8 à 48
Mopti	27,4	7,5 à 46,2
Linguère	28,3	8 à 48
Banonkoro	28,5	
Nioro	28,6	
Sokolo	29,5	

La végétation (1) est essentiellement constituée par une steppe à graminées ou une savane claire, plus riche en épineux dans le Nord. Dans la strate herbacée, l'espèce dominante est *Schoenfeldia gracilis* accompagnée de *Chloridées*, en particulier *Chloris Prieurii*, d'Aristidées et de quelques *Panicum;* dans la strate arbustive, et la strate arborée, les espèces les plus communes sont *Acacia tortilis*, *A. Vereck*, *A. Raddiana*, *A. Seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum*, *C. aduleatum*, *Pterocarpus lucens*, *Boscia senegalensis*, etc.

En de nombreux points, cette végétation est très dégradée par le feu et les cultures. Sa densité alors diminue et, en même temps, sa composition se modifie. Dès le début, les épineux deviennent plus rares et *Guiera senegalensis* s'étend, couvrant les anciennes jachères. L'importance de *Gymnosporia senegalensis* dans le groupement augmente aussi, quoique à un moindre degré. Dans les sols les plus dégradés dominent les espèces de faciès plus arides : *Balanites aegyptiaca* et *Callotropis procera*. Parmi les graminées, les Aristidées et Eragrostées deviennent très abondantes.

Les roches (4) qui ont donné naissance aux sols de cette région sont très variables, sables quartzeux, limons, plus rarement argile, grès calcaires de l'Ouest et du Sud de cette région; dolérite et granit fin de la zone centrale; sables et limons de l'Est.

Un caractère se retrouve cependant dans beaucoup de ces sols; ils sont généralement très riches en sables, et souvent en sable fin. Pour la plupart, ils sont assez pauvres en argile : Sols sableux du

Nord du Sénégal, du Sud et de l'Ouest de la Mauritanie, du Nord de Kayes et de la région de Nioro, de Niono, de l'Ouest de Sokolo, de Léré à Goundam au Soudan, etc. Les sols limoneux et argileux sont surtout étendus dans la vallée du Sénégal, et, au Soudan autour de la mare Maugui, à l'Est et au Sud-Est de Sokolo, dans le Méma, au Nord-Est de la dune de Boulel, et dans la zone d'inondation de la vallée du Niger. Ailleurs, ils n'occupent que des surfaces peu importantes.

Cette pauvreté en argile de beaucoup de sols de cette région influe d'autant plus sur leur structure, que dans l'ensemble ils ne sont pas riches en matières organiques et qu'en outre, dans beaucoup d'entre eux, les éléments ferrugineux migrent de la surface vers la profondeur. Les principaux types pédologiques — mis à part les sols alluviaux jeunes, et les sols squelettiques érodés — qui apparaissent dans cette région appartiennent, les uns, sols Dior (5), aux sols ferrugineux tropicaux (6), les autres, aux groupes des sols bruns et des sols châtains (*) steppiques (7).

Les sols Dior sont caractérisés par une faible teneur en matières organiques, même dans leur horizon supérieur, et un lessivage très net du fer dans ces horizons, accompagné de son accumulation plus en profondeur, sous une forme fortement déshydratée. Ces caractères sont la conséquence à la fois du climat sous lequel ils se forment et de leur perméabilité : les sols Dior sont tous très sableux. Non dégradés ou peu dégradés, leur profil est analogue à celui observé à Thiamène (cercle de Louga — Sénégal) sous une savane assez dense où dominent, déjà, les *Guiera senegalensis*.

0 à — 40 cm : horizon gris clair, très sableux, faiblement pourvu en humus, sauf dans ses centimètres supérieurs; il y est alors plus foncé. Sa base est de couleur très claire.

— 40 à — 70 cm : horizon rouge peu foncé, un peu durci, surtout vers son sommet, mais très sableux.

— 70 à — 110 cm : horizon analogue au précédent, légèrement moins rouge, non durci, très sableux.

En dessous, les horizons deviennent plus beiges et plus clairs, surtout à partir de 1 m. 50 de profondeur, où apparaît la roche-mère, le sable quartzeux, gris beige très clair.

TABLEAU II

Analyse mécanique d'un sol Dior (Thiamène — Cercle de Louga) en pour cent de la terre séchée à 105°.

N°	Profondeur (cm.)	Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier	Humus	pH
SA 111	0 à 20	9,5	0,5	45,1	44,9	0,15	6,7
SA 112	50	9,75	1,1	50,35	38,8	0,11	6,3
SA 113	90	7,3	4,1	44,7	43,9	0,1	6,8
SA 114	210	7,5	1,15	48,55	42,8	0,08	6,5

(*) Ces sols châtains correspondent aux « reddish-brown soils » et non aux « chesnut soils » des Américains.

Du fait de la culture, ce sol s'appauvrit en matière organique. Celle-ci, en effet, est alors plus rapidement détruite, par combustion microbienne, que dans les conditions naturelles, et, plus encore, elle ne se reconstitue que très faiblement chaque année. Les éléments qui pourraient en refournir au sol, tiges, feuilles, chaumes, sont en effet régulièrement brûlés. La principale culture étant celle de l'arachide, très peu de débris végétaux, même des racines, restent dans le sol après la récolte.

Le sol perd ainsi peu à peu de son agrégation, et, sa structure se détruisant, il devient plus sensible à l'action du vent. Celle-ci est d'autant plus forte qu'au fur et à mesure que ce phénomène de dégradation se poursuit, la capacité de rétention du sol pour l'eau diminue et le pédoclimat devient plus sec. La végétation herbacée devient plus faible et le sol plus dénudé pendant la saison sèche. Le vent qui souffle alors violemment peut l'attaquer, entraînant d'abord les éléments fins, en particulier limon et sable fin, et les éléments plus légers, derniers restes de matière organique.

Le tableau ci-dessous montre clairement ce double phénomène, non totalement corrélatif d'appauvrissement des horizons supérieurs en éléments fins et en matières organiques, dans des sols de plus en plus dégradés.

TABLEAU III.

Appauvrissements en sables fins et en humus des sols degradés de la région de Louga (Sénégal).

Emplacement	Sable grossier horizon supér	Sable fin horizon prof	Humus p mille (*)
Thiamène .	44,9	45,1	1 5
Guermalal .	48,0	49,8	2,1
N'Dia	54,28	38,58	1,1
Niomré .	59,13	32,49	0,7
Route de St-Louis (ouest de Louga)	65,5	26,5	0,5
N'Dia-Sakal . .	68,12	23,81	0,5
Louga (Dune rouge)	62,6	34,9	0,5

(*) Dosé par la méthode Chaminade. — Dosages faits au Laboratoire de la Station expérimentale de l'arachide à Bambey.

Cette dégradation s'observe dans les différentes régions du Nord-Ouest du Sénégal, comme le prouve le tableau ci-dessous.

TABLEAU IV.

Perte de la matière organique par dégradation des sols dans différentes régions du N.-O. du Sénégal (8).

(Humus p mille)

	Région de Louga	Rég. de Tivaouan	Région de Thiès
Sols non dégradés	au-dessus de 1,4	au-dessus de 2,5	au-dessus de 3,4
Sols moyennement dégradés	1 à 2,4		2,2 à 3,4
Sols très dégradés	au-dessous de 1	au-dessous de 2,5	au-dessous de 3,4

Comme nous l'avons déjà précédemment indiqué, à ce phénomène correspondent des changements morphologiques très nets dans le profil du sol. Non dégradé ou faiblement dégradé, il apparaît gris en surface (sols de Thiamène et Guermalal); plus érodé, il est blanc (sol de N'Dia); très fortement érodé, il est rouge (sols au bord de la route de St-Louis, à N'Dia Sakal et à Louga). Ce changement de couleur vient de ce que par érosion, le sol est tronqué et sa surface correspond suivant les cas, à la base, très claire, de l'horizon supérieur, ou à l'horizon profond rouge.

On observe également que la surface du sol est beaucoup moins agrégée dans ces sols dégradés, et qu'elle se recouvre d'un lit de grains de sable quartzeux grossier, souvent de couleur rose. Ce dernier n'est pas dû, comme cela a pu être avancé, à un apport par le vent; il correspond, au contraire, aux derniers éléments, les plus grossiers, laissés sur place lors de l'entraînement des couches supérieures du sol par celui-ci.

Enfin, dans les sols les plus dégradés, leur surface se ride, en saison sèche, d'une multitude de lignes parallèles de sable grossier, disposées, à peu près, Nord-Ouest-Sud-Est, véritables microdunes, d'à peine 1 à 2 cm de hauteur, preuves de cette action intense du vent.

On peut lutter contre cette dégradation du sol, en maintenant sa teneur en matières organiques, (apport de fumier artificiel ou de composts, ou, plus simplement, pâturage d'animaux sur les champs, aux dépens des pailles de mil ou d'arachides laissées sur le sol (*) et en les protégeant contre l'action du vent (rideau de brousse brise-vent, plantes de couverture, pailles des récoltes laissées sur le sol); la jachère permet aussi de maintenir la fertilité du sol, en enrichissant l'horizon supérieur en matières organiques et en le protégeant contre l'action du vent (8). Cette dégradation des sols Dior par érosion éolienne est très développée dans le Nord-Ouest du Sénégal, en particulier dans les régions d'anciennes cultures de l'arachide (Louga, Kébémer). Elle se produit aussi, mais beaucoup moins fortement, dans le Sud du Niger (Maradis).

Au Nord-Est du Sénégal (Mauritanie, Soudan Occidental), les sols Dior font place aux sols bruns et châtains sub-arides (7).

On peut observer des sols bruns typiques, très largement développés, à 50 km au Sud de Nema, sur la route de Nara, au milieu d'une steppe à graminées portant quelques Acacias. Le profil est le suivant :

0 à — 15 cm : horizon brun, limono-sableux, structure granuleuse, légèrement durci. Sur premier en surface, horizon plus meuble, à structure faiblement schisteuse.

(*) Les populations sérères maintiennent la fertilité de leurs sols en les protégeant: maintien des arbres *(Faidherbia albida, Borassus œthiopium)*, dans leurs champs en créant des haies autour, et en faisant pâturer sur leurs terres les troupeaux des pasteurs Peuhls (8).

— 15 à — 50 cm : horizon brun, à structure un peu dégradée, à tendance prismatique. Vers la partie inférieure, l'horizon blanchit et l'on observe de nombreux cristaux de feldspath altérés.

— 50 et au delà : roche altérée, blanchâtre puis granit fin.

Les sols châtains se situent généralement au Sud des précédents et sur roche mère plus meuble ou plus acide. Ils sont souvent un peu lessivés. Au Sud-Est de Sokolo (Soudan), en zone plate, près de la borne 4041, dans une vieille jachère à *Guiera senegalensis*, où croissent quelques *Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca*, le profil est le suivant :

0 à — 15 cm : horizon brun châtain, érodé, par le vent, assez friable, légèrement humifère sablo-limoneux.

— 15 à — 90 cm : horizon plus rouge, plus compact, limono-sableux, s'éclaircit lentement dans sa partie inférieure.

TABLEAU V.

Analyse d'un sol brun et de sols châtains du Sénégal.

Emplacement	Profondeur en cm.	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humus p. mille	pH	CaO éch	Fe_2O_3 %
Sol brun Merinaghen	0 à 10	0,7	4,9	73,5	19,6	1,3	6,8	9,2	—
	50	1,3	4,7	65,1	27,8	1,1	7,2	10,2	-
	70	1	6,9	54,9	36,1	1,1	7	11,5	—
	190	0,6	6,9	61,8	30,1	0,6	8	11,4	
Sol châtain (*) Dichine Galaiel	0 à 15	4	6,9	64,3	23,7	1,1	7,2	6,1	1,7
	40	6,5	5,5	64,5	22,9	0,6	7,4	5,3	1,9
	80	6,25	5,6	61,9	25,9	0,4	7	4,5	1,7
	100	6,5	10	59	23,9	0,6	7,1	5	2,2
	125	6,5	19.6	45,5	28,1	0,3	7	5,3	2,8
Sol châtain lessivé N .. Louga	0 à 5	7	0,5	61,4	31	-	-	-	—
	10 à 20	9	2,5	30	58,4		-	-	0,3
	35	9	2,5	29,5	58,9	-		-	1,1
	110	19	7,2	23,5	50,3	—	-		1,3
	225	8	1	23,5	67,5	—	—	—	1,6

(*) Le lessivage apparent de ce sol est en partie dû à la formation de pseudo-limon et pseudo-sable par pectisation du fer libre.

A la suite des cultures et du pacage, l'horizon supérieur des sols bruns devient poudreux par perte de matière organique. Sous l'action des vents violents, les éléments de sable fin sont entraînés. De larges taches stériles planes, se glaçant fréquemment, à la suite des pluies, apparaissent; la structure devient très peu stable. Lorsque ces sols sont riches en calcaire (sols Mourcis des Bambaras (9), ils conservent plus longuement une structure stable.

Bien plus encore que les sols bruns, les sols châtains sont très sujets à l'érosion. Ils ont une teneur moins forte en matière organique et une texture plus sableuse. De plus, leur complexe est moins bien saturé.

Les processus de dégradation de ces sols sont à peu près identiques à ceux décrits précédemment, de grandes taches stériles se forment dont la surface est à un niveau inférieur aux sols non dégradés avoisinants. Le sol est alors très rouge et devient très battant. Ces phénomènes sont fréquents dans la région de Sokolo et même entre Niono et le Niger.

Nous avons pu comparer au Nord-Ouest de Kogoni (Soudan) des sols de ce type, en deux points, situés à cinq mètres l'un de l'autre, sous taillis âgé de *Guiera senegalensis*, *Boscia senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Acacia tortilis* avec *Pennisetum penicellatum*, *Schoenfeldia gracilis* et *Loudetia Togoensis* et sur une tache presque unie, où subsistent seuls quelques *Guiera senegalensis* de très petite taille et des *Pennisetum penicellatum*.

Dans le premier sol, sous un horizon épais de 22 cm. gris châtain sablo-limoneux, à structure faiblement schisteuse jusqu'à 6 cm, puis plus grumeleuse, apparaît un horizon brun châtain plus limoneux, un peu plus compact, à structure polyédrique à tendance nuciforme Dans le second, l'horizon supérieur rose gris clair, très pauvre en matière organique, faiblement schisteux, n'a que 7 à 8 cm. d'épaisseur. L'horizon inférieur de structure plus compacte, y paraît plus battant.

A ces phénomènes d'enlèvement s'ajoutent les phénomènes de dépôt dû aussi aux vents. Il est courant d'observer la formation de microdunes de plusieurs centimètres, souvent quelques décimètres sur les surfaces planes et dénudées. Il se forme de petites buttes au pied des buissons. Le sol devient ainsi accidenté et impropre à la culture, comme on peut le voir dans la région de Richard Toll (Sénégal).

Le sable s'accumule au pied des touffes de Salsola dispersées au milieu d'une surface plane stérile (1). L'analyse mécanique donne les résultats suivants :

Apport de sable contre touffe de Salsola		pH	Mat. org.	Argile + Humus	Sable fin	Sable grossier
20 cm. de haut	104	6,6	2,25	11,5	84,9	1,5
	101	6,5	2,71	11	84	2,7
Surface plane stérile	110	6,2	4,60	26,5	69,4	0,8
entre buttes	111	6,0	6,60	31,7	67	

Dans les zones les plus septentrionales, ces mouvements de sols sableux peuvent être beaucoup plus importants, comme nous l'avons observé au Nord-Est de Sokolo (3).

En résumé, dans la zone étudiée, la structure et la couleur du sol peuvent nous donner des renseignements très précis sur leur degré de dégradation. Ceci est d'une grande importance pratique pour la mise en culture ou l'amélioration de ces terres.

Parmi les sols qui sont les plus développés dans les régions subarides, les sols bruns sont les moins sujets à l'érosion éolienne; les sols châtains, et surtout les sols châtains lessivés, y sont plus sensibles; enfin les sols Dior sont très fortement et très profondément attaqués par le vent. Protéger le sol ne consiste pas seulement à briser la force du vent ou à couvrir le sol, mais aussi à maintenir et améliorer sa structure, la granuleuse étant la plus résistante, en particulier en l'enrichissant en matière organique.

BIBLIOGRAPHIE

1) TROCHAIN (J.). — *Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal.* Thèse, Paris, 1940. Mémoire I.F A N., 2, Paris, Larose, 1941.

2) WELTER (L.). — *Memento du Service Météorologique Haut Commissariat de l'A.O.F.* Rufisque, 1941.

3) Office du Niger. — Archives : rapports annuels

4) LEGOUX. — *Esquisse géologique de l'A O.F.* « Bulletin du Service des Mines de l'A.O F. », n° 4 Dakar, 1939.

5) BOUYER (J.). — *Etude des sols de la région de Bambey (Sénegal).* Rapport de fonctionnement. Station Exp Arachide Bombay, 1942

6) AUBERT (G.) et MAIGNIEN - *Les sols du Sénégal au Nord de la Gambie Britannique.* C. R. Conférence pedologique méditerranéenne Montpellier, Alger, 1947. Paris, Berger Levrault, pp. 358-370

7) AUBERT (G). — *Les sols de l'Office du Niger.* Rapport de Mission Paris, 1945
MAIGNIEN (R.). — *Morphologie et extension des sols bruns et des sols châtains au Sénégal, en Mauritanie et au Soudan.* Conf. Commonwealth Britannique sur les sols tropicaux Rothamstead (Angleterre) Juin 1948

8) AUBERT (G), DUBOIX (J) et MAIGNIEN (R.). — *L'érosion éolienne dans la région de Louga (Sénegal).* C. R. Conf. pédologie méditerranéenne, Montpellier, Alger, 1947 Paris, Berger Levrault, pp 443 à 450
- *Les sols à arachides du Sénégal.* « L'Agronomie tropicale » (à paraître)

9) AUBERT (G) et NEWSKY (B). — *Observations sur les classifications vernaculaires de sols au Sénégal et au Soudan Français.* Conférence Commonwealth britannique sols tropicaux, Rothamstead (Angleterre), 1948

Houille blanche et Conservation du Sol

par

L. COLLEAUX,

Ingénieur du Génie Rural A. I. Gx.

Ingénieur Agronome principal à la Mission Antiérosive.

SOMMAIRE ANALYTIQUE

CHAPITRE I.

Nécessité de la protection de la forêt.

1. — *Généralités et ancienneté de la question.*

Au cours de cette étude, nous n'envisagerons fréquemment les questions débattues que sur le plan local du Kivu. Mais les problèmes envisagés intéressent toute la Colonie et même l'ensemble de l'Afrique.

Dans les conclusions de son vaste travail sur la dégradation des sols africains, HARROY (2) a pu écrire ces phrases que nous mettons en préambule à notre note.

« L'appauvrissement de la végétation de l'Afrique est un phéno-
» mène quasi général, imputable pour une part à des exploitations
» forestières intensifiées, mais principalement aux défrichements entre-
» pris pour aménager des terres de culture ou des pâturages nouveaux.
» Cette évolution régressive, dont les répercussions directes sur la
» vie des groupes humains autochtones et sur les conditions d'exis-
» tence de la faune sont déjà loin d'être négligeables, agit également
» sur la génétique des sols, selon des processus qui diffèrent en fonc-
» tion de la formation végétale attaquée : forêt ou, au contraire, grou-
» pements xérophiles des abords du désert ». (20, p. 542).

Il n'est sans doute pas très nécessaire de faire un long plaidoyer pour démontrer le rôle important joué par la forêt et les boisements dans la protection du sol.

Nous nous contenterons d'invoquer quelques auteurs dont la voix, bien plus autorisée que la nôtre, s'est élevée pour prôner la préservation des forêts ou la reforestation dans des buts essentiellement protecteurs et conservateurs.

Il y a trente-six ans déjà, un premier cri d'alarme était lancé par DE BRIEY (2, p. 808) à propos de la forêt du Mayumbe :

« Dans les endroits secs, les grandes graminées commencent à
» s'implanter, mêlées à des plantes ligneuses annuelles; peu à peu la
» tache s'élargit, la Nyanga (*Imperata arundinacea* CYR.) apparaît et
» bientôt fait place nette. Les Elaeis seuls résisteront longtemps, mais
» ne se réensemenceront plus. Ils disparaîtront eux-mêmes à la longue,
» détruits par les incendies d'herbes, et la brousse aura conquis sur
» la forêt une nouvelle clairière. Celle-ci va continuer à s'accroître,
» rongeant comme un ulcère la forêt sur ses bords, jusqu'à ce qu'un
» fond humide ou bien un changement dans la nature géologique du
» terrain vienne limiter son extension.

» Disparition de la forêt. — Cette rétrogradation rapide de la forêt
» est surtout frappante quand on s'approche de ses limites vers l'Est,
» aux confins des grandes plaines de brousse qui s'étendent autour
» de la haute Lukula. »

En 1919, CLAESSENS (4) signalait également le danger :

« Il arrive fréquemment que des rivières sont ensablées par suite » de déboisements inconsidérés »...

« Ces déboisements sont surtout désastreux dans les terrains » sablonneux situés à la périphérie de la grande forêt congolaise, où » règne une saison sèche bien marquée ».

2. — *Insuffisance de la forêt de montagne.*

A première vue, on pourrait croire que le problème du déboisement ne peut revêtir aucune acuité au Congo Belge, dont le taux de boisement est d'environ 50 % (44,47 %) selon LEBRUN (11, p. 445); environ 50 % selon TONDEUR (16, p. 65); 48 à 53,5 % selon THOMAS (18, p. 103); 58 % selon HARROY (20, p. 82).

; « Cependant », comme le dit TONDEUR (ibid.), « l'étendue du » Congo est telle qu'il y a lieu de considérer non pas l'ensemble si » hétérogène des régions qui le composent, mais bien chaque région » en particulier. Il apparaît alors que si un bloc énorme représentant » environ 40 p. c. de la superficie totale, boisé quasiment à 100 p. c., » souffre véritablement d'une pléthore de forêt, obstacle à son déve- » loppement agricole, maintes autres régions très maigrement boisées » souffrent d'une insuffisance de massifs forestiers ou sont menacées » de la destruction plus ou moins rapide des massifs existants et jus- » tifient, par conséquent, l'application immédiate de mesures propres » à maintenir et à améliorer l'état boisé compromis par l'action » humaine ».

On peut relever tout spécialement les chiffres cités par THOMAS (18, p. 103) pour les régions montagneuses du Congo Oriental : Kivu, région du lac : 12 %; Ruanda-Urundi : environ 3 %.

De tels coefficients sont manifestement très insuffisants. En effet, « à titre de comparaison », THOMAS (ibid.), signale que « le taux de » boisement en Belgique est de 17,7 %; en Allemagne, de 26 %; en » France, de 18 %; en Suède, de 45 %; et en Russie, de 36 % ».

Au Congo, la situation est d'autant plus grave que ce sont précisément les régions les plus escarpées et qui devraient présenter les plus gros coefficients de boisement, qui sont les plus pauvrement garnies.

Parmi les auteurs ayant étudié la question pour les régions montagneuses du Congo Oriental, nous citons LEBRUN (8, p. 353) : « Si » nous tenons compte, en outre, du relief, nous pouvons affirmer qu'un » taux de 35 p. c. sera un minimum au-dessous duquel il ne faudra pas » tomber au Kivu; il faut que ces forêts soient judicieusement répar- » ties ».

THOMAS cite des chiffres du même ordre (18, p. 104) : « en général, » on admet comme suffisant pour les pays tropicaux un taux de boise-

» ment de 30 %; ce taux devrait être de 35 %, voire 40 %, si le pays est montagneux ».

On voit qu'il s'en faut de beaucoup pour que la situation soit satisfaisante au Kivu ou au Ruanda-Urundi.

3. — *Rôle protecteur de la forêt de montagne.*

Le rôle protecteur qu'on peut attendre de la forêt sous les tropiques est probablement plus grand encore que celui qu'elle joue dans les régions tempérées.

Parlant des régions tropicales, BROUN (3, p. 100) déclarait, il y a déjà trente-six ans :

« On forest land, and by this I mean particularly in forest pro » tected from fire, where the soil is either covered by a layer of humus, » or, where this is not visible, where it contains in its upper layers » almost invisible particles of this humus, and there is on the surface » deposits of various vegetable debris, the saturation point is much » higher than on bare slopes ».

» It has been calculated that on forest-covered slopes about one- » third of the water is detained. This water is gradually given off into » the soil, led down by the roots of the vegetation growing in it, and » feeding underground reservoirs, while the surplus water, checked » in its impetus et every point, finds its way in quiet flow to the » bottom of the slopes »...

« If forests have the effect of stopping erosion and of storing » water to feed the supply of springs, they are also useful in draining » water-logged soils »...

« As screens against violent and drying-winds, forests are of great » importance, and they are of greater importance still when these » winds carry shifting sands before them ».

Et du même auteur (ibid.), citant un cas précis à Ceylan : « The » water which comes down grass-covered slopes, although not as » muddy as that from cleared lands, is by no means as clear as that » which comes from forest land ».

Quant au rôle protecteur qu'on peut attendre de la forêt au Congo, il est excellemment décrit par la définition que donne DELEVOY (6, III, p. 38) de ce qu'il appelle la forêt de protection : « il faut con- » sidérer comme telles les forêts dont le maintien est nécessaire :

» 1° pour assurer le maintien ou l'amélioration des conditions » météorologiques et, notamment, pour entraver l'action nuisible des » vents;

» 2° pour assurer l'alimentation des sources et cours d'eau et pré- » venir les érosions, les affouillements, le ruissellement et les inon- » dations;

» 3° pour assurer la conservation des sols et prévenir leur glis-
» sement, les éboulements et les chutes de pierres;

» 4° pour maintenir ou améliorer les conditions d'hygiène;

» 5° pour protéger les travaux d'utilité publique (ponts, routes,
» chemins de fer);

» 6° pour maintenir les conditions favorables à l'agriculture;

» 7° pour assurer la conservation des ressources en bois ».

L'auteur ajoute que les trois premiers points ont surtout une grande importance dans les conditions du Katanga.

Quant au rôle de la forêt et à l'influence néfaste des déboisements sur le plan local du Kivu, il est brièvement rappelé par LEBRUN (8, p. 350) et il note que la forêt a un effet climatologique favorable sur les pluies, sur les précipitations occultes (brouillards et rosées), sur la température et l'évaporation, et qu'elle agit sur la fertilité et l'économie du Kivu par ses effets contre l'érosion et l'ensablement des ports naturels du lac, son action favorable sur la régularité du débit des eaux et le maintien des sources.

4. — *Recul de la forêt de montagne.*

Cette forêt de montagne que chacun s'accorde à reconnaître insuffisante et indispensable est, chose plus grave encore, en perpétuelle régression.

THOMAS (18, p. 103), signale que « dans le bassin du lac Kivu,
» la forêt s'étendait vraisemblablement jusqu'à la rive, alors qu'elle
» en est bien loin maintenant; ce recul a toutefois commencé bien
» avant l'occupation européenne.

» Dans la région d'Alimbongo, près de Lubero, le déboisement
» pour les cultures des indigènes prend des proportions inquiétantes,
» au point que des mesures urgentes ont dû être prises ».

Selon LEBRUN (8, p. 345), « il n'y a guère de doute qu'à une
» époque pas très éloignée, la forêt couvrait toute notre dition (ver-
» sant occidental du lac Kivu) et échouait aux bords mêmes du lac.
» Nous en donnons des preuves ailleurs. A l'heure actuelle, elle ne
» descend guère au-dessous de la cote 2000, et, en de nombreux en-
» droits, elle ne l'atteint même pas. La limite supérieure de cette
» forêt semble être la cote 2400, à partir de laquelle nous trouvons un
» massif relativement dense de bambous (*Arundinaria*).

» D'une façon générale, nous pouvons dire que cette formation
» d'*arundinaria* constitue l'étage supérieur de la végétation de mon-
» tagne au Kivu (sauf quelques sommets atteignant 3.000 mètres). Il
» résulte de cette situation que la forêt n'existe plus que sous forme
» d'une bande mince, d'autant plus étroite que les pentes sont plus
» fortes et la limite supérieure plus rapidement atteinte ».

Etudiant l'évolution de la forêt de montagne, ce même auteur (ibid., p. 347) en arrive à conclure : « 1° que les forêts secondaires » actuelles se sont en majeure partie formées à la suite de petits » abatages locaux (bois de chauffage et perchis), fréquemment ré- » pétés;

» 2° que la destruction de la forêt est d'autant plus rapide et plus » complète qu'elle se pratique à haute altitude. Ce qui nous conduit » à affirmer que la forêt est sur le point de disparaître et qu'il est » urgent d'enrayer sa destruction ».

Enfin, si l'on veut se faire une idée de l'allure à laquelle la forêt de montagne peut rétrograder, nous citerons SCAËTTA (7, p. 9) qui parle du Ruanda septentrional en ces termes : « Devant cette poussée, » la forêt rétrocède constamment d'une façon impressionnante. Le » recul est évalué de l'ordre d'un kilomètre par an sur tout le front, » du Nord au Sud ».

HARROY (20, p. 84) donne le même chiffre : « Au Kivu comme » au Ruanda, la forêt de montagne et notamment le bambusetum des » rampes inférieures des volcans Virunga, reculait, sous la poussée » des agriculteurs bahunde, au rythme effrayant d'un kilomètre par » an par endroits, lorsque la création du Parc National Albert vint » heureusement enrayer cette dévastation ».

Et nous citerons encore LEBRUN (14, p. 156) : « Au Kivu, sur » toute la lisière, là où elle est facilement accessible, la forêt recule » de l'ordre de 50 à 200 m. par an. On nous a fréquemment cité des » cas locaux plus nets encore. Au Ruanda, ces dernières années, la » forêt recule d'un kilomètre annuellement. La disparition de la forêt » est d'autant plus rapide qu'elle est fréquemment attaquée tant par » l'Est que par l'Ouest ».

5. — *Utilisation du bois comme combustible.*

Parmi les différentes causes de destruction de la forêt, il en est une sur laquelle nous désirons particulièrement mettre l'accent : c'est l'emploi inconsidéré du bois comme combustible.

Rappelons tout d'abord que LEBRUN (8, p. 347) attribue surtout la disparition de la forêt primaire de montagne aux petits abatages locaux pour bois de chauffage et perchis, fréquemment répétés.

Et voici ce qu'en dit DE WILDEMAN, parlant de la forêt équatoriale (10, p. 77) : « Nous voudrions en passant insister une fois encore » sur une exploitation forestière, contre laquelle il sera nécessaire de » prendre des mesures : c'est celle de l'utilisation du bois pour la » mise en marche des chaudières de bateaux à vapeur et des moteurs » de tracteurs, dans lequel beaucoup avaient cru trouver le « carburant » national au Congo ».

» Déjà en 1926 et en 1931, nous avons touché cette question en » signalant pour notre Congo la formidable consommation, dans ce

» but, de matière ligneuse, d'après les chiffres aimablement commu» niqués par M. l'ingénieur CAMUS.

» La continuation de cette politique de destruction de la forêt » pour le combustible amènera en Afrique une situation déplorable, » car « la forêt, aussi riche qu'elle soit, ne peut continuer à donner » annuellement une production de l'ordre d'un million de mètres » cubes de bois », destinés uniquement à un usage, celui de carbu» rant ».

Dans une étude sur « la question des combustibles minéraux au Congo », JAMOTTE (21, p. 35) monte en épingle quelques cas d'utilisation paradoxale du bois comme combustible et poursuit :

« De plus, la coupe de bois telle qu'on la pratique, non par néces» sité absolue, mais par suite de l'absence de l'exploitation rationnelle » des autres sources d'énergie, aura pour résultante certaine l'appa» rition de deux fléaux : l'érosion des sols et la diminution des res» sources hydrologiques, tant superficielles que souterraines

» L'érosion des sols est considérée comme un ennemi n° 1 actuel» lement dans l'Union Sud-Africaine. On y parle déjà de la nécessité » de consacrer des centaines de millions de livres pour commencer à » la combattre. La diminution des ressources hydrologiques superfi» cielles et souterraines et dans beaucoup de cas l'absence de res» sources hydrologiques superficielles, peut se voir attribuer le n° 1.

» Il est permis de se demander si l'on veut arriver à copier, dans » le Katanga méridional, le désert de Karroo ? »

Si DE WILDEMAN a pu parler ainsi de la région de la forêt équatoriale congolaise dont le taux de déboisement dépasse 50 % et JAMOTTE, du Katanga — dont le taux de boisement est de 19 % (18, p.103) —, de quelle vigueur d'expression devrait-on user pour les régions du lac Kivu et du Ruanda-Urundi dont les coefficients de boisement sont respectivement de 12 et de 3 % (18, p. 103) ?

On ne peut que déplorer, par exemple, l'exploitation actuelle du chemin de fer de Kalundu à Kamanyola.

Traversant la plaine de la Ruzizi, savane très faiblement boisée, et située au pied des plus puissantes chutes de la Colonie, après celles du fleuve lui-même, ce chemin de fer fonctionne au bois.

Des camions à essence parcourent la plaine pour apporter au rail les stères péniblement arrachés à cette maigre brousse par les indigènes.

L'administration locale déplore les ravages causés par la coupe de bois pour le chemin de fer, qui a atteint 12.000 stères en 1947 et en atteindra probablement 18.000 en 1948 (25, p. 6).

Mais, comme le dit JAMOTTE (21, p. 35) : « On s'en tient à la » solution primitive dont s'était contenté jusqu'à présent l'indigène » pour se fournir en combustible : la coupe de bois.

» Cette solution, qui n'a que l'avantage de la facilité, constitue, » à l'heure actuelle, un gaspillage évident :

» 1) en M.O.I.;

» 2) en camions, essence, pneus;

» 3) en réparations puériles mais coûteuses du réseau routier mis » à mal par les transports de bois de chauffage ».

Et pourtant — usant d'une métaphore à la Victor Hugo — on entend, du rail, hennir les 500.000 chevaux de la Ruzizi.

Il serait question d'électrifier cette vallée et ce chemin de fer. Nous ne pouvons que souhaiter la réalisation à brève échéance de ces vastes projets.

Nous estimons, en effet, qu'ils sont non seulement appelés à donner au pays un nouvel essor, mais encore qu'ils sont le plus sûr garant de sa conservation.

* * *

CHAPITRE II.

Production d'énergie locale au Kivu.

1. — *Les différentes sources d'énergie.*

La demande d'énergie est en progression constante au Kivu et au Ruanda-Urundi. Cette énergie est fournie par des combustibles importés ou par les sources locales d'énergie.

Les seuls combustibles importés sont des carburants : essence, pétrole, mazout. Actuellement, les seules sources d'énergie locales sont le vent, les chutes d'eau et le bois.

Le vent n'est guère employé que pour la production de faibles quantités d'énergie (petit groupe électrogène, par exemple).

« Dans les grandes plaines ou sur les plateaux ne possédant pas » de cours d'eau de quelque importance, il n'y a guère que le vent » qui puisse fournir une force motrice naturelle. Il y a bien longtemps » que le vent est utilisé, et l'on peut même dire qu'il l'a été beaucoup » plus autrefois qu'à l'heure actuelle. C'est que, en fait, le vent est » très instable, très irrégulier et manque souvent complètement. Les » chutes d'eau sont d'une utilisation beaucoup plus commode, elles » sont aussi plus constantes. Dans ces conditions, l'on cherche à réa- » liser l'utilisation des chutes d'eau avant celle du vent, mais il faudra » certainement en arriver à un large emploi de ce dernier » (23, p. 35).

Sauf dans certaines situations, l'utilisation du vent plutôt que des chutes d'eau se justifie actuellement assez peu au Kivu. Les vents y sont irréguliers, parfois pratiquement nuls pendant toute une période de l'année (saison des pluies).

Par contre, grâce au relief tourmenté du pays, presque tous les cours d'eau présentent des pentes qui en rendent relativement aisé l'aménagement en vue de la production d'énergie.

Signalons tout d'abord que le Kivu possède la deuxième source d'énergie hydro-électrique du Congo : la Ruzizi, avec son module au départ de 73,5 m^3/sec (17, p. 43) et sa chute brute de 690 m (17, p. 3) possède une puissance théorique brute de 676.200 C.V. Ne considérant même que la partie du cours de la rivière pratiquement équipable, située entre l'exutoire du lac Kivu et le débouché du défilé de la Ruzizi dans la plaine, au nord de Kamanyola vers la cote 1000, on a, avec le même module au départ, une chute brute de 465 m. et une puissance théorique brute de 455.700 C.V.

Il est à noter toutefois que des études plus récentes (mission BUCHER en 1943 et 1944) parlent d'un débit permanent de 60 m^3/sec, mais qui serait aisément porté à 70 m^3/sec par un aménagement rendant possible l'utilisation d'une nappe d'eau de 3 ou 4 dm.

En dehors de ce cas dont l'aménagement ne peut relever que de l'Etat ou d'un consortium puissant, le Kivu prétente toute la gamme des chutes possibles, depuis celles de la Mugera-Nyakamira à Nya-Ngezi, susceptible de fournir quelque 2.000 C.V., jusqu'au filet d'eau dégringolant dans les pierrailles

Pour ce qui est du bois, nous avons vu que le Kivu et le Ruanda sont infiniment plus mal partagés.

Presque partout, la forêt est repoussée au-dessus de la cote 2000 et le plus souvent à des dizaines de kilomètres des régions occupées tant par les indigènes que par les Européens.

Quant aux reboisements, ils sont très coûteux et, souvent, difficiles à établir. Chose plus grave, dans des pays aussi densément occupés, où l'on parle continuellement de saturation des terres par la population, d'overstocking, d'overcropping, etc., les reboisements ne sont guère admissibles que lorsqu'ils poursuivent les buts de protection des crêtes et des bassins torrentiels, simultanément à celui de production du bois.

Il y a plus de 10 ans déjà, TONDEUR (15, p. 572) écrivait : « D'une » façon générale, il n'est plus souhaitable actuellement, au Ruanda-» Urundi et surtout en Urundi, de créer de nouveaux boisements sur » terres d'élevage et de culture, si ce n'est quelques petites jachères » arbustives et légumineuses qui fourniront aux populations le petit » bois de feu nécessaire, tout en améliorant leurs terres. En certains » endroits, on a d'ailleurs dû renoncer déjà, faute de terrains dispo-» nibles, à poursuivre la politique du boisement imposé. Celle-ci a » d'ailleurs le défaut évident de multiplier les boisements là où la » population est dense, c'est-à-dire la terre fertile et rare, sans influen-» cer, pour ainsi dire, les régions peu peuplées, c'est-à-dire peu fer-» tiles, qui devraient précisément être boisées ».

Dans l'Est, une grosse partie de l'effort du Gouvernement pour la protection des sols et des ressources naturelles est portée actuelle-

ment sur la conservation des forêts existantes et l'extension des boisements.

Comme il est patent que le pays manque de bois, on peut donc affirmer qu'on sauvegarde de la forêt ou du reboisement chaque fois qu'on remplace le bois par autre chose.

Comparé à la production d'énergie par moteur à mazout ou à essence, l'équipement de l'énergie jusque là inutilisée d'un cours d'eau représente une grosse épargne sur nos exportations de devises et nos importations de carburant, ainsi que sur nos transports, le plus lourd fardeau de l'économie du Kivu.

Mais nous ne faisons ici la comparaison qu'entre les deux seules sources locales d'énergie : la houille blanche et le bois, avec comme unité de commune mesure le kilowatt.

2. — *Production d'énergie au moyen du bois.*

Pour calculer le rendement du bois comme producteur d'énergie, nous envisagerons son utilisation dans une chaudière à bois alimentant une machine à vapeur, qui actionne une génératrice.

Nous considérerons des installations de calibre moyen, de l'ordre de quelques dizaines de C.V., qui correspondent aux conditions locales.

Nous commencerons par calculer le rendement du kilogramme de bois et, partant de cette donnée, nous pourrons estimer le rendement de l'hectare de forêt de montagne ou de boisement artificiel.

a — *Rendement du kilogramme de bois.*

La façon la plus simple de calculer le rendement en énergie du kilogramme de bois est d'exprimer la valeur de son pouvoir calorifique en unités de travail ou d'énergie et d'appliquer au chiffre théorique ainsi obtenu les normes de rendement des appareils qui permettent de fournir de l'énergie à partir du bois.

Le pouvoir calorifique du bois à 20 % d'eau peut être estimé à 2.500 calories.

D'autre part, on sait que

$$1 \text{ calorie} = 0{,}001575 \text{ CV/h} = 0{,}00116 \text{ kW/h}$$

Dès lors, l'énergie théorique contenue dans un kg de bois peut s'évaluer à E_t :

$$E_t = 3{,}9375 \text{ CV/h} = 2{,}9 \text{ kW/h}$$

Nous adopterons, pour les différentes machines nécessaires pour utiliser cette énergie, les normes de rendement suivantes :

Rendement de la chaudière :	R_{ch}	0,675
Rendement de la machine à vapeur :	$R_{m.v}$	= 0,1
Rendement de la transmission par courroie :	R_c	0,87
Rendement de la génératrice électrique :	R_g	0,8

Le rendement final R_f de l'ensemble de l'installation sera donc :

$$R_f = R_{ch} \times R_{m\,v.} \times R_c \times R_g$$

et en remplaçant ces symboles par leur valeur :

$$R_f = 0,675 \times 0,1 \times 0,87 \times 0,8 = 0,04698$$

On obtiendra la valeur de l'énergie effective E_e contenue dans un kg de bois, en multipliant le chiffre de l'énergie théorique par celui du rendement final.

C'est-à-dire que : $E_e = E_t \times R_f$

ou encore :

$$E_e = 3,9375 \times 0,04698 = 0,18498375 \text{ CV/h}$$
$$= 2,9 \times 0,04698 = 0,136242 \text{ kW/h}$$

soit approximativement :

$$E_e \quad 0,185 \text{ CV/h} = 0,136 \text{ kW/h.}$$

b — *Rendement de la forêt de montagne.*

Il est difficile de se faire une idée exacte du rendement possible de la forêt de montagne des hautes régions orientales du Congo.

LEBRUN (9 et 12) signale un volume total à l'ha de 200 m³, calculé sur les fûts (donc volume de bois d'œuvre).

Ce chiffre paraît toutefois assez généreux

En effet, des relevés systématiques effectués par MICHELSON (26) dans la forêt de montagne ont donné les cubages de 176 — 176 — 135 — 63 m³ de bois d'œuvre à l'ha.

Soit une moyenne de 136 m³/ha.

Il est évident que le bois d'œuvre n'est pas destiné à fournir du combustible. Mais si on désire faire la comparaison entre la forêt et la houille blanche pour la production d'énergie, force est de considérer le rendement en matière ligneuse dans son ensemble.

Au cubage en bois d'œuvre, il est nécessaire d'ajouter celui en bois de chauffage.

On peut estimer qu'en forêt de montagne, la quantité de bois de feu est à peu près égale à celle de bois d'œuvre, ce qui permet de conclure que cette formation pourrait fournir, en tout, 270 m³ environ à l'ha.

Avec une densité moyenne de 0,8, ceci donne environ 216.000 kg de bois séché à l'air.

En estimant la révolution probable en forêt de montagne à 100 ans, on a un rendement ligneux moyen annuel de quelque 2,160 kg de bois sec.

Soit B_F le bois produit par la forêt de montagne :

$$B_F = 2160 \text{ kg/ha/an.}$$

Rappelons la valeur de l'énergie effective E_e qu'un kg de bois sec est susceptible de fournir :

$$E_e = 0,136 \text{ kW/h}$$

On sait que l'année tropique est de 365,2422 jours moyens, soit environ 8.766 heures.

On peut donc dire qu'un ha de forêt de montagne au Kivu est susceptible de fournir en permanence :

$$P_F = \frac{2160 \times 0.136}{8766} = 0,0335 \text{ kW}$$

Inversement, la surface de forêt de montagne nécessaire pour produire 1 kW en permanence est égale à :

$$S_F = 30 \text{ ha.}$$

c — *Rendement des boisements.*

Il est également intéressant de rechercher le rendement que pourraient avoir les boisements artificiels.

Nous disposons des chiffres de l'Ingénieur Forestier du R U. : GILLET, établis à l'arboretum d'Astrida.

Cinq parcelles d'eucalyptus, datant d'avril 1943 et mesurées en 1947, ont donné les cubages suivants :

N°	Variété	Ecartement	Volume à l'ha.
69	*Euc amygdalina*	1,5 × 1,5 m.	74.612 m³
73	*Euc. Macarthuri*	4,5 × 4,5	54,744
77	*Euc microcorys*	1,5 1 5	65.584
81	*Euc Gigantea*	2.5 × 2,5	59,508
85	*Euc. fastiagiata*	1,5 × 1,5	57,600

Soit un rendement moyen de 62,4 m³ en 5 ans, soit encore 12,4 m³/ha/an et environ 9,920 kg de bois sec.

Soit B_A le bois et P_A la puissance produits par un boisement artificiel :

$$B_A = 9920 \text{ kg/ha/an}$$

$$P_A = \frac{9920 \times 0,136}{8766} = 0,154 \text{ kW}$$

La surface de boisement nécessaire pour fournir 1 kW en permanence est égale à :

$$S_A = 6,5 \text{ ha.}$$

3. — *Production d'énergie hydro-électrique.*

Le rendement d'un groupe hydro-électrique peut être estimé comme suit :

Selon HÜTTE (19, III, p. 732), les rendements sont les suivants :

Turbine : 0,8

Transformation en énergie électrique : 0,95
Rendement du groupe hydro-électrique : 0.76

Mais ce sont plutôt là les chiffres correspondant aux grosses installations. Selon CHAMPLY (5, p. 70), les rendements seraient les suivants :

Turbine :	0,5 à 0,85
Transmission par arbre :	0,9 à 0,95
Dynamo génératrice :	0,65 à 0,95
Soit pour le groupe :	0,3 à 0,77

Nous nous arrêterons aux valeurs suivantes :

Turbine :	0,8
Transmission par arbre :	0,97
Dynamo génératrice :	0,39
Dynamo électrogène :	0,7

Dès lors, l'équipement d'une chute d'eau sera susceptible de fournir l'énergie utile suivante :

1 lit/sec avec 1 m de chute donne 1 kg/m/sec théorique

1 lit/m/sec = 1 kg/m/sec théorique

$$= \frac{1}{75} \text{ CV théorique}$$

$$\frac{0{,}736}{75} = 0{,}00982 \text{ kW théorique}$$

On obtiendra la valeur pratique en introduisant le facteur de rendement 0,7

1 lit/m/sec = 0,0069 kW_e = 0,0094 CV_e

Et inversement :

1 kW_e = 145 l/m/sec
1 CV_e = 106 l/m/sec

4. — *Comparaison entre la forêt, les boisements et la houille blanche.*

Nous pouvons rassembler en un tableau les différentes valeurs obtenues ci-dessus :

	lit/m/sec	kW_e	CV_e	ha_F	ha_A
1 lit/m/sec	1	0,0069	0,0094	0,2070	0,0448
1 kW_e	145	1	1.36	30	6,5
1 CV_e	106	0,736	1	22	4,75
1 ha_F	4,83	0,0335	0,0455	1	0,216
1 ha_A	22,3	0,154	0,21	4,62	1

On peut donc affirmer que chaque fois qu'on utilise un modeste débit de 5 litres par seconde avec un mètre de chute, on économise 1 ha de forêt de montagne !

Pour donner quelques exemples chiffrés, nous dirons que :

— l'équipement hydro-électrique d'une chute de 25 m de hauteur et de 400 lit/sec de débit équivaudrait à économiser plus de 200 ha de forêt ou de 45 ha de boisement;

ou encore que :

— en produisant une puissance effective de 100 kW par l'énergie hydro-électrique plutôt que par la vapeur, on sauve 3.000 ha de forêt ou 650 ha de boisement d'eucalyptus.

Nous pensons que de tels chiffres se passent de commentaires

CHAPITRE III.

Conservation et production de l'énergie

Envisagée dans le cadre de la « conservation », la production d'énergie au moyen de la houille blanche plutôt qu'au moyen du bois revêt encore un autre aspect.

BUNCE (22, p. VII) définit la conservation comme suit :

« Conservation is an objective of social planning, and should » include within its basis purpose the concept of maximizing indi- » vidual and social wealth over time; its primary, but not sole, concern » is to direct the use of resources towards this end. », ce que TONDEUR traduit (24, p. 4) : « La conservation est un objectif de l'organisation » des sociétés humaines; sa raison d'être doit inclure le concept de la » maximisation durable de la richesse individuelle et sociale; son but » essentiel, mais non unique, est de diriger l'utilisation des ressources » dans ce sens ».

Une forêt constitue un capital dont la conservation doit aller de pair avec l'augmentation de la productivité de ce capital.

Il est à noter que l'exploitation de la forêt de montagne au Kivu en vue de la production d'énergie n'en favorisera jamais l'augmentation, ni même la conservation. Dans les circonstances actuelles, elle en provoque même la disparition.

Son exploitation, même pour la production de bois de feu, peut parfaitement être justifiée dans certaines circonstances, et notamment lorsque le bénéfice net qu'on en retire est supérieur à la perte de valeur de capital résultant de cette exploitation.

Il en va de même pour toute production d'énergie à partir de combustibles.

La productivité du capital que constitue la source de combustible (forêt, mine de charbon, puits de pétrole, etc.) se fait au détriment du capital lui-même.

Au contraire, la mise en valeur et l'utilisation d'une chute d'eau ne risque nullement d'en provoquer la diminution ni la disparition. On peut même prétendre que son exploitation contribuera à sa conservation.

En effet, on sait que le manteau forestier contribue au maintien des ressources hydrologiques, surtout en montagne.

Nous venons de voir, d'autre part, que l'utilisation de l'énergie hydraulique favorise la conservation de la forêt.

Ipso facto, on peut donc conclure que l'utilisation de la houille blanche en favorise la conservation.

Nous avons donc ici ce cas paradoxal d'une énergie que son utilisation préserve de la diminution.

C'est-à-dire que conservation, utilisation et maximisation durable de ce capital sont étroitement liées l'une à l'autre.

Dans ces conditions, il est sans doute inutile d'insister sur l'intérêt que présente la mise en valeur la plus complète et la plus rapide possible de cette richesse nationale.

CHAPITRE IV.

Conclusions.

Nous pensons que de tels chiffres et de tels arguments sont suffisamment éloquents pour qu'on puisse affirmer que, dans l'intérêt particulier de chacun et dans l'intérêt supérieur de la communauté, tout doit être fait pour promouvoir l'utilisation de la houille blanche dans l'Est de la Colonie.

Il incombe à l'Etat d'activer l'exploitation logique de cette richesse nationale, tant pour promouvoir le développement actuel du pays que pour préserver l'avenir.

L'intervention de l'Etat peut revêtir diverses formes :

a — forte augmentation des taxes frappant les coupes de bois, voire interdiction pure et simple.

b — multiplication des réserves forestières

c — édiction d'un règlement d'exploitation sévère et contrôle de son application.

d — élaboration d'un bilan systématique des ressources hydrologiques superficielles (21, p. 38).

e — protection de la végétation arborescente des bassins d'alimentation des cours d'eau à débit intéressant (21, p. 38).

f — octroi de prêts à long terme, voire de primes, aux particuliers ou aux sociétés désireux de mettre en valeur des chutes d'eau.

g — électrification obligatoire de tous les appareils de chauffage ménager dans les grandes agglomérations disposant d'une distribution d'énergie électrique.

h — diminution ou exemption des taxes douanières à l'importation de tout appareillage électrique.

i — élaboration d'une législation facilitant l'usage industriel des eaux.
C'est ce dernier point que nous voulons spécialement retenir ici.

Le projet de décret que nous présentons en annexe a été étudié dans cet esprit, avec la préoccupation de favoriser l'exploitation de la houille blanche en facilitant les formalités administratives d'octroi de concession pour l'usage industriel des eaux.

CHAPITRE V.

Considérations sur la législation sur l'usage industriel des eaux.

1. — *Divergence des avis.*

Au Congo, l'usage des eaux est réglé par les articles 17 à 20 du Code Civil (livre deuxième) et par le décret du 24 février 1943.

Il n'existe pas de législation spéciale concernant l'utilisation de l'eau pour la production de force motrice.

L'avis a été exprimé que l'utilisation de l'eau pour la production de force motrice pouvait tomber sous la réglementation du décret du 24 février 1943, pour autant qu'il s'agisse d'exploitations agricoles ou d'installations utilisées par une activité industrielle connexe à une exploitation agricole, et pour autant qu'il s'agisse d'exploitations de peu d'importance.

Mais le Département a estimé que la concession de chutes d'eau dans la Colonie doit faire, dans chaque cas, l'objet d'une décision de la part du pouvoir exécutif, à défaut d'une disposition formelle de l'article 15 de la Charte concernant ces concessions.

D'autre part, la Commission des Eaux de Costermansville a déjà examiné des demandes relatives à l'utilisation de la force motrice des cours d'eau. Il ne s'agissait d'ailleurs en l'occurrence que de très faibles installations et l'usage des eaux était mixte : domestique, agricole et production de force motrice. Il importe donc de fixer sans ambiguïté la qualité des demandes qui peuvent tomber sous l'application du décret du 24/2/43 et de celles qui seraient examinées en vertu d'autres dispositions.

2. — *Ressort du décret.*

Le décret du 24/2/43 s'applique à l'« appui et passage », au « drainage » et aux « irrigations », si l'on s'en tient aux titres des chapitres.

En examinant le texte, on voit que « appui et passage » sont relatifs à l'usage agricole : art. 15.

Toutefois la chose n'est pas expressément dite dans les autres articles et il semble donc que les dispositions des articles 6 à 14, 16 et 17 sont applicables à tout « appui et passage », qu'il s'agisse d'usage domestique, agricole ou industriel.

Par contre, les chapitres « drainage » (art. 18 à 21) et « irrigations » (art. 22 à 33), limitent très clairement l'usage des eaux qu'ils régissent, à ces besoins agricoles directs.

Au cours de l'examen des nombreux cas dont a déjà été saisie la Commission des Eaux de Costermansville, la question s'est souvent posée de savoir si le fonctionnement d'une petite usine rattachée à une concession agricole pouvait être considéré comme « but agricole », même s'il y avait production de force motrice.

Selon l'interprétation stricte du texte du décret adoptée par le Département, il semble que non

Il serait d'ailleurs difficile de préciser exactement la limite des « buts agricoles », si l'on s'engage dans cette voie.

Quelques exemples concrets le montreront très bien.

Une petite usine à café rattachée à une plantation et destinée à préparer la récolte de celle-ci, utilise l'eau pour le lavage, le dépulpage et la production de la force motrice nécessaire à actionner les machines.

Selon les uns, les règles du décret du 24/2/43 sont applicables. Selon les autres, elles ne le sont point.

La seconde thèse semble plus défendable : on peut, en effet, concevoir la même usine, avec les mêmes installations et consommant la même puissance, qui ne serait rattachée à aucune exploitation agricole déterminée, mais qui usinerait le café de tiers.

C'est le cas, par exemple, des usines à café des organismes du Ruanda qui travaillent le café produit par les indigènes. Dans ce cas, tout le monde semble considérer que le but est industriel.

Pourtant, il existe des usines tout aussi importantes qui sont rattachées à des concessions bien déterminées (SAAK, CADA, etc.). Il serait d'ailleurs difficile d'empêcher une usine rattachée à une exploitation agricole de traiter la production de tiers également, tombant par là dans l'exploitation industrielle. La chose se fait couramment.

On peut de même envisager une scierie-menuiserie. Faudrait-il concevoir qu'isolée, elle serait industrielle, mais qu'elle deviendrait une exploitation agricole dans le cas où elle serait connexe à une exploitation forestière ?

Le plus simple semble donc de s'en tenir au texte et de considérer comme demandes tombant sous le coup du décret du 24/2/43, celles qui sont relatives uniquement aux drainages et aux irrigations.

Bien entendu, il ne faut pas appliquer au terme drainage, son sens strictement technique qui est l'asséchement des sols humides à l'aide de conduits souterrains (drains).

Le contexte, en effet, (art. 18 notamment) montre clairement que tous les modes de desséchement et d'assainissement des sols sont envisagés, y compris l'asséchement par fossés à ciel ouvert.

Il était toutefois inopportun d'utiliser le terme drainage (méthode d'asséchement tout à fait spéciale et rarement utilisée au Congo), pour désigner un chapitre relatif aux asséchements.

Nous proposons donc qu'on considère comme buts agricoles les seuls usages prévus par le décret du 24/2/43 : l'irrigation et l'asséchement des terres agricoles.

3. — *Chutes d'eau.*

Pour ce qui est des autres usages, il est un terme qui me semble devoir être proscrit des textes, parce que pouvant prêter à confusion également : c'est l'expression chute d'eau.

Beaucoup de profanes donnent, en effet, à ce terme le sens de cascade.

Or, en hydraulique industrielle, une chute d'eau destinée à fournir la force motrice est constituée par toute différence de niveau dans un cours d'eau. La chute se mesure entre le point de captage et le point de restitution des eaux. Elle existe en dehors de toute idée de cascade ou même de rapides, et théoriquement, toute section d'un cours d'eau présente une chute, qui multipliée par le débit, donne la puissance théorique.

Les usines de plaine sont d'ailleurs fréquemment greffées sur des cours d'eau navigables.

Inversement, on peut parfaitement concevoir un système d'irrigations s'amorçant en amont d'une cascade et utilisant la hauteur de chute pour obtenir immédiatement une superficie de terrain irrigable.

En pays de montagne, ce cas est fréquent dans la pratique. C'est ainsi que des irrigations indigènes ont été greffées sur la Katshandja, à l'amont immédiat de la chute dont la puissance fait d'autre part l'objet d'une concession de force motrice (Plantations de Gombo).

On voit donc qu'on peut parfaitement avoir une prise d'eau pour usage agricole (irrigations) greffée sur une cascade et, d'autre part,

avoir une prise d'eau pour usage industriel (force motrice) greffée sur un cours d'eau à pente régulière

Il convient donc d'éliminer le terme chute d'eau et de baser la discrimination de l'usage des eaux sur le but poursuivi.

4. — *Usage industriel.*

De même, devrait-on bannir une classification basée uniquement sur la production de force motrice. Il existe, en effet, de nombreux usages industriels, en dehors de l'utilisation de la puissance des cours d'eau.

La Commission des Eaux de Costermansville a d'ailleurs déjà été saisie de demandes pour usage de l'eau, qui n'ont rien à voir avec les irrigations non plus qu'avec la production de force motrice.

Nous citerons notamment une demande d'usage de l'eau pour le refroidissement de condenseurs à ammoniaque, but industriel s'il en fut; une demande d'usage de l'eau pour l'exploitation d'alluvions et d'éluvions aurifères et stannifères, but industriel incontestable; une demande d'usage de l'eau pour le lavage et le dépulpage du café, usage qui échappe à l'application du décret du 24/2/43, strictement interprété.

Il convient donc d'envisager l'usage industriel dans son ensemble, sans le limiter à la production de force motrice.

D'autres besoins industriels peuvent d'ailleurs surgir (exploitation des chemins de fer, etc.).

5. — *Compétence de la Commission des Eaux et du Gouverneur de Province*

Mais, s'il convient de déterminer, par un texte spécial, les conditions générales d'octroi de concessions pour usage industriel de l'eau, ne serait-il pas opportun d'en laisser l'examen aux mêmes pouvoirs qui examinent les demandes pour usage agricole ?

Tant qu'on se limite aux cours d'eau non navigables ni flottables, et qu'on reste en dessous d'un certain calibre des exploitations, il semble qu'on doive répondre affirmativement.

Tout d'abord, beaucoup de demandes sont mixtes et présentent un caractère à la fois domestique, agricole et industriel.

Outre ces demandes à caractère mixte, de nombreuses demandes, à but non agricole (c'est-à-dire qui ne sont ni irrigation ni dessèchement), se greffent sur des cours d'eau pour lesquels des demandes d'ordre agricole sont à l'examen. Et, même sans que des demandes agricoles soient en cours, l'usage des eaux des cours d'eau non navigables ni flottables dans des buts industriels doit toujours être examiné en tenant compte des besoins éventuels de l'agriculture.

Il est opportun, dès lors, qu'elles soient examinées par la même Commission et accordées par la même autorité, les besoins agricoles et industriels étant coexistants.

La nécessité d'étendre à l'examen de l'usage industriel des eaux la compétence de la Commission et des Pouvoirs habiles à examiner les demandes agricoles semble donc incontestable.

Le décret du 24/2/43 (art. 17), prévoit la présence des chefs des services des terres et de l'agriculture au sein de la Commission des Eaux. Il faudra également y prévoir la présence du chef du service des travaux publics.

6. — *Calibre des exploitations.*

Il convient tout d'abord de préciser que, pour l'évaluation d'une puissance utilisable ou utilisée, il est nécessaire de se baser sur la puissance théorique.

En effet, en pratique, les chiffres de rendements sont trop variables et dépendent de la qualité des installations et de leur importance.

Ex. A : une personne désire actionner une pompe au moyen d'un moteur électrique alimenté par une dynamo mue par une roue hydraulique (petite installation assez peu soignée).

Les rendements pourraient être de l'ordre de .

roue hydraulique	0,4	
transmission par courroie	0,8	
dynamo	0,7	
transmission électrique	0,9	
moteur électrique	0,7	
pompe	0,5	
rendement total de l'ensemble	0,0565.	
Puissance pratique demandée		1 CV
» théorique nécessaire		17,7 CV

Ex. B : une personne désire produire du courant pour l'éclairage au moyen d'un groupe hydro-électrique constitué par une dynamo en bout d'axe de turbine. Les rendements pourraient être :

turbine	0,8	
transmission par arbre	0,97	
dynamo	0,9	
rendement du groupe	0,7	
Puissance pratique demandée		1 CV (ou 0,736 kW)
» théorique nécessaire		1,43 CV

On voit que, pour une même demande de puissance pratique de 1 CV, l'un aurait besoin de douze fois plus d'énergie que l'autre.

Il convient donc de se baser sur la puissance théorique, exprimée par le produit du débit absorbé à l'entrée du canal d'adduction par

la dénivellation totale entre ce point et la sortie du canal de fuite ou de restitution.

C'est d'ailleurs ainsi que la chose est pratiquée dans les conventions de concession de chute d'eau, accordées par la Colonie (art. 5).

Mais, certains besoins industriels n'étant pas la production de puissance électrique, il convient d'en limiter le calibre également pour la détermination de la compétence du pouvoir concédant.

C'est pourquoi nous avons proposé comme limites supérieures dc la compétence du Gouverneur Général un débit de 10.000 litres par seconde ou une puissance théorique de 1.000 CV.

Pour gouverne, un débit de 10.000 litres par seconde, avec une chute de 7,50 mètres, donne une puissance théorique de 1.000 CV.

7. — *Proximité des circonscriptions urbaines.*

Il a également été proposé de limiter la compétence du pouvoir local à l'octroi de concessions situées en dehors d'un rayon de 25 km d'une circonscription urbaine.

Une telle mesure éliminerait l'examen, par l'autorité locale, d'un tas de petites demandes dont le calibre et l'importance (quelques litres par seconde ou quelques chevaux), ne peuvent avoir la moindre incidence sur l'intérêt général et le développement d'une C.U. (circonscription urbaine).

Il est préférable, à mon avis, de prévoir dans le décret des dispositions qui mettent l'intérêt public à couvert et qui permettent d'éliminer tout risque de spéculation.

C'est ce que font notamment les art. 11, 18, 22 à 33 de notre projet de décret, dispositions calquées d'ailleurs, la plupart, sur celles de conventions déjà signées par la Colonie.

Pour le surplus, il est loisible à l'autorité locale de recourir éventuellement à l'approbation par arrêté royal, si elle l'estime opportun (art. 8 de mon projet).

Mais la subordination d'office de toute concession pour usage industriel dans un rayon de 25 km d'une C.U. à l'approbation par A.R. nous paraît une complication inutile et un obstacle à l'octroi de petites concessions, qui doit, au contraire, être facilité.

CHAPITRE VI.

Schéma d'un décret sur l'usage industriel des eaux

1. — *Distinction des divers usages.*

Un décret sur l'usage industriel des eaux devrait commencer par définir les différents usages, en distinguant :

a — l'usage primaire ou domestique, c'est-à-dire l'alimentation et les besoins domestiques des hommes et du bétail;

b — l'usage secondaire ou agricole, c'est-à-dire l'irrigation ou l'asséchement du sol;

c — l'usage tertiaire ou industriel, c'est-à-dire à but mécanique ou industriel, y compris les installations de traitement des produits agricoles, la génération de la force motrice et l'alimentation des villes.

2. — *Adresse de la demande.*

La demande de concession pour usage industriel de l'eau devrait être adressée aux mêmes autorités que celles à qui l'on envoie les demandes à but agricole, c'est-à-dire au Gouverneur Général ou au Gouverneur de Province délégué. Ces demandes devraient mentionner tous détails utiles.

3. — *Limite de compétence.*

Des limites doivent être fixées, au-dessus desquelles l'examen des demandes échapperait à la compétence de ces autorités et devrait faire l'objet d'une décision de la part du pouvoir exécutif.

Nous estimons que ces limites devraient être une durée de nonante ans, un débit de 10.000 litres par seconde et une puissance théorique de 1.000 CV. De plus, les demandes examinables ne pourraient concerner que des cours d'eau non navigables ni flottables.

La puissance demandée sera calculée comme nous l'avons exposé au paragraphe 6 du chapitre V ci-dessus.

4. — *Occupation des terrains.*

Des dispositions du décret doivent prévoir l'occupation des terrains que l'exercice du droit d'usage de l'eau exige.

5. — *Plan des installations.*

Pour éviter une mauvaise utilisation de l'énergie, le plan des installations devra être exigé et approuvé et des délais d'achèvement devront être prévus et observés, sous peine de déchéance.

6. — *Délai d'établissement et degré de développement.*

Pour éviter l'accaparement des eaux, non seulement un délai d'établissement devra être prévu, mais encore le concessionnaire devra prouver qu'il utilise effectivement la totalité de l'énergie ou du débit concédé, sous peine de déchéance de ses droits.

7. — *Installations hydro-électriques.*

Le décret doit comporter des dispositions particulières aux installations hydro-électriques d'une certaine puissance, par exemple supérieures à dix CV. La cession de courant à des tiers doit notamment être prévue et réglementée.

8. — *Centralisation des exploitations.*

Enfin, le cas doit être prévu où la Colonie jugerait nécessaire la décentralisation des exploitations hydro-électriques.

Les concessionnaires doivent être tenus de se soumettre aux modalités nécessaires à l'exécution d'un plan d'unification qui seraient décidées par la Colonie.

ANNEXE.

RENDEMENT DU BOIS COMME PRODUCTEUR D'ENERGIE.

Le rendement du bois peut être recherché par différents procédés et selon divers auteurs.

1. Selon HUTTE (19)

La quantité de chaleur obtenue par la combustion d'un kilogramme de combustible dépend du rendement du foyer (19, II, p. 42). R_f

$$R_f = 0{,}8 \text{ à } 0{,}9 \qquad (1)$$

Le rendement de la surface de chauffe R_s est le rapport de la chaleur absorbée à la chaleur disponible (19, II, p. 43).

$$R_s = \frac{\text{chaleur absorbée}}{\text{chaleur disponible}} = 0{,}75 \text{ à } 0{,}87 \qquad (2)$$

Le rendement de l'installation - chaudière R_{ch} est égal au produit des rendements du foyer et de la surface de chauffe :

$$R_{ch} = R_f R_s = 0{,}6 \text{ à } 0{,}783$$

Dans des conditions normales (19, II, p 44)

$$R_{ch} = 0{,}65 \text{ à } 0{,}7 = 0{,}675$$

Le rendement du combustible ou vaporisation brute est la quantité de vapeur produite, exprimée en kg., par kg. de combustible consommé par l'installation de chaudières. Soient B la quantité de combustible consommée par l'installation de chaudières en kg./h. et D la quantité de vapeur produite, en kg./h

Le rendement du combustible $= \frac{D}{B}$

Pour le bois sec, avec un pouvoir calorifique de quelque 3 000 calories et dans des conditions normales données par la formule, on a (19, II, p. 44)

$$\frac{D}{B} = 3{,}2 \text{ à } 3{,}4$$

C'est-à-dire qu'un kg de bois sec produit de 3,2 à 3,4 kg. de vapeur.

Le rendement de la machine à vapeur R_m peut se calculer comme suit : (19, II, p. 136).

Soient CV_d = chevaux vapeur indiqués (calculés sur le piston).

CV_s = chevaux vapeur effectifs (utilisables sur l'arbre)

N_i = travail indiqué en CV (sur le piston).

N = travail utile en CV (sur l'arbre).

Dès lors, le rendement mécanique $R_m = \dfrac{N_e}{N_i}$

Si C_e = consommation totale horaire de vapeur en kg./CV_e

et C_i = consommation totale horaire de vapeur en kg./CV_i, on a

$$C_e = C_i \frac{1}{R_m}$$

Pour les machines monocylindriques à échappement, à pression absolue de **11 à 12** atm., Hütte signale (19, II, p. 177) les valeurs de C_i suivantes :

Vapeur saturée C_i = 9 à 9,9

Surchauffe 260° C_i = 7,5 à 8

Surchauffe 300° C_i = 6,9 à 7,5

Soit C_i = 6,9 à 9,9 = 8,4

Mais ces valeurs s'appliquent à de grands modèles. Celles qui conviennent aux petites machines sont de 10 % plus élevées (C_{ip})

Nous prenons cette dernière hypothèse pour le cas local du Kivu

$$C_{ip} = 1{,}1\, C_i = \frac{C_i}{0{,}91} \qquad (3)$$

Les valeurs de C_i deviennent alors les suivantes :

Vapeur saturée C_i = 9,9 à 10,9

Surchauffe 260° C_i = 8,25 à 8,8

» 300° C_i = 7,6 à 8,25

Soit C_i = 7,6 à 10,9 = 9,2

Pour le rendement mécanique, Hütte signale (19, II, p. 188) pour les machines à vapeur à échappement :

$$R_m = 0{,}887 \text{ à } 0{,}946 \qquad (4)$$

Dès lors, on obtient pour C_e :

Vapeur saturée C_e = 10,46 à 12,32

Surchauffe 260° C_e = 8,72 à 9,94

» 300° C_e = 8,03 à 9,32

soit C_e = 8,03 à 12,32 = 10,17

Combinant ces données avec la valeur de la vaporisation brute $\dfrac{D}{B}$, on trouve que un kilogramme de bois sec peut fournir un travail E :

Vapeur saturée E = 0,26 à 0,32 CV_e/h.

Surchauffe 260° E = 0,32 à 0,39 CV_e/h

» 300° E = 0,34 à 0,42 CV_e/h

Soit E = 0,26 à 0,42 = 0,34 CV_e/h.

Si l'on veut tenir compte du bois d'allumage, du bois consommé pendant l'arrêt au milieu de la journée et du bois restant dans le foyer en fin de journée, on peut augmenter les chiffres de consommation de 15 % (13, p. 7), soit un rendement :

$$R_a = \frac{1}{1{,}15} = 0{,}87 \qquad (5)$$

Dès lors, le kilogramme de bois sec est susceptible de fournir, selon le cas, de 0,225 à 0,365 CV_e/h.

Soit $E_a = 0{,}295\ CV_e/h$.

Pour la transmission par poulies et courroies, on peut admettre un rendement

$$R_t = 0{,}85 \qquad (6)$$

ce qui ramène les chiffres ci-dessus à 0,19 et 0,31 CV_e/h par kg. de bois sec, soit un travail effectif $E_e = 0{,}25\ CV_e/h$.

Quant au rendement mécanique R_m de la dynamo, HÜTTE renseigne ce qui suit (19, II, p. 1131).

On sait que 1 CV = 0,736 kW (7)

Dans les bonnes machines : $R_m = 0{,8}$ à 0,94,

Soit 590 à 690 W produits par CV moteur.

Dans les petites machines $R_m = 0{,}7$ à 0,83,

soit 520 à 600 W par CV moteur

soit en général pour les machines électriques

$R_m = 0{,}7$ à $0{,}94 = 0{,}82$ (8)

Ces rendements combinés avec ceux du tableau des CV_e/h par kg. de bois sec, montrent que un kg de bois sec peut fournir un travail effectif :

$E = 0{,}098$ à $0{,}214$ kW/h = 0,156 kW/h

2 Selon HUTTE (19) (deuxième manière).

Au lieu de passer par la consommation horaire de vapeur, on peut établir le rendement du kg. de bois sec en tablant sur le rendement thermique de la machine à vapeur (19, II, p. 177).

Pour les machines à vapeur monocylindriques à échappement à 10 à 12 atm. de pression d'admission, HUTTE signale les rendements thermiques R_1 suivants (19, II, p 180)

Vapeur saturée $R_1 = 0{,}095$ à 0,110

Surchauffe de 300 à 350° $R_1 = 0{,}119$ à 0,140

soit donc $R_1 = 0{,}095$ à $0{,}140 = 0{,}117$ (9)

D'autre part, 1 calorie = 425 kg/m/sec = 5,67 CV
= 0,001575 CV/h

Admettant pour le bois sec un pouvoir calorifique de 3 000 calories (19, II, p. 44), on trouve dès lors que un kg. de bois peut fournir un travail théorique .

$$T_t = 3000 \times 0{,}001575 = 4{,}725\ CV/h$$

En affectant ce résultat des chiffres de rendement fournis par les formules (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8) et (9), on obtient pour le travail effectif E_e.

a) pour les valeurs minima des coefficients :

$$E_e = 4{,}725 \times 0{,}8 \times 0{,}75 \times 0{,}91 \times 0{,}887 \times 0{,}87 \times 0{,}85 \times 0{,}736 \times 0{,}7 \times 0{,}095$$
$$= 0{,}0828\ kW/h$$

b) pour les valeurs maxima des coefficients :

$$E_e = 4{,}725 \times 0{,}9 \times 0{,}87 \times 0{,}91 \times 0{,}946 \times 0{,}87 \times 0{,}85 \times 0{,}736 \times 0{,}94 \times 0{,}14$$
$$= 0{,}228\ kW/h$$

Ce qui donne une valeur moyenne :

$$E_e = 0{,}155 \text{ kW/h}$$

* *

3 Selon FONTAINAS (13).

Cet auteur admet les valeurs suivantes (13, p. 7).

Rendement de la chaudière :

$$R_{ch} = 0{,}75.$$

Pouvoir calorifique du bois :

$$c = 2500 \text{ calories.}$$

Quantité de calories nécessaire pour produire 1 kg. de vapeur saturée a 12 kg de pression :

$$1 \text{ kg } V_{sat} = 660 \text{ calories.}$$

Quantité de calories nécessaires pour produire 1 kg vapeur surchauffée à 320°, à 12 kg pression :

$$1 \text{ kg } V_{surch} = 700 \text{ calories.}$$

Consommation de vapeur en kg, par CV_e, dans une machine à vapeur marchant à la pression de 12 kg, et tenant compte qu'elle développe une puissance moyenne supposée de 10 à 15 % inférieure a la puissance maximum

M. à vap. saturée de 25 CV	$C_e = 13{,}5$ kg
M. à vap. saturée de 45 CV	$C_e = 12{,}—$ kg
Surchauffe 320°, de 25 CV	$C_e = 10{,}—$ kg
Surchauffe 320°, de 45 CV	$C_e = 9{,}—$ kg

La consommation réelle de bois est augmentée de 15 % pour tenir compte du bois d'allumage, du bois consommé pendant l'arrêt au milieu de la journée et du bois restant dans le foyer en fin de travail, soit un coefficient de rendement

$$R_a = \frac{1}{1{,}15} = 0{,}87 \qquad (5)$$

Dans ces conditions, un kg de bois sec produit le travail suivant .

M. à vap. sat. 25 CV :

$$E = \frac{2500 \times 0{,}75 \times 0{,}87}{660 \times 13{,}5} = 0{,}183 \text{ CV}_e\text{ h}$$

M à vap. sat. 45 CV :

$$E = \frac{2500 \times 0{,}75 \times 0{,}87}{660 \times 12} = 0{,}206 \text{ CV}_e\text{ h}$$

Surch 320°, 25 CV :

$$E = \frac{2500 \times 0{,}75 \times 0{,}87}{700 \times 10} = 0{,}233 \text{ CV}_e\text{ h}$$

Surch 320°/45 CV :

$$E = \frac{2500 \times 0{,}75 \times 0{,}87}{700 \times 9} = 0{,}259 \text{ CV}_e\text{ h}$$

Soit $E = 0{,}183$ à $0{,}259 = 0{,}22$ CV_e/h

En faisant intervenir le rendement de la transmission

$$R_t = 0{,}85 \qquad (3)$$

et celui de la génératrice (dynamo ou alternateur), signalé par FONTAINAS (13, p 13)

$$R_g = 0{,}85$$

on obtient

$$E_e = 0{,}132 \text{ à } 0{,}187 = 0{,}159 \text{ CV}_e\text{ h}$$

et en unités électriques :

$$E = 0{,}097 \text{ à } 0{,}137 = 0{,}117 \text{ kW/h}$$

4. Selon CHAMPLY (5).

Cet auteur ne donne pas le rendement des chaudières.

Nous adoptons la valeur donnée par HÜTTE (19, II, p 44) :

$$R_{ch} = 0,675$$

Le rendement de la machine à vapeur serait (5, p. 70)

$$R_{mv} = 0,1$$

Le rendement de la transmission par courroie (5, p 71)

$$R_{t} = 0,8 \text{ à } 0,95 = 0,87$$

Le rendement de la génératrice (5, p. 70)

$$R_{g} = 0,65 \text{ a } 0,95 = 0,8$$

L'auteur ne donne pas le pouvoir calorifique du bois. Nous trouvons dans VIGREUX (1, p. 542), pour le bois à 0,20 d'eau une valeur identique à celle de FONTAINAS :

$$c = 2500 \text{ calories}$$

et l'on sait que

$$1 \text{ calorie} = 0,001575 \text{ CV/h}$$

Des lors, un kg de bois est susceptible de fournir :

$$E_{e} = 2500 \times 0,001575 \times 0,675 \times 0,1 \quad 0,87 \times 0,8$$

$$E_{e} = 0,185 \text{ CV/h}$$

$$E_{e} = 0,136 \text{ kW/h}$$

5 Récapitulation

Un kg de bois sec est donc susceptible de donner :

Selon HUTTE	E_{e} = 0,210 CV h — 0,155 kW h
- FONTAINAS	E_{e} — 0,159 CV h — 0,117 kW/h
CHAMPLY	E_{e} — 0,185 CV/h — 0,136 kW/h
soit une valeur moyenne	E_{e} — 0,185 CV/h — 0,136 kW/h

Ces résultats ne font que confirmer ceux que nous avions obtenus ci-dessus, au chapitre II, paragraphe 2, littera a

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 VIGREUX. — *Notes et formules de l'ingénieur et constructeur-mecanicien* Ed : Bernard Paris 1902

2 DE BRIEY. - *Aperçu sur la forêt du Mayumbe* Bulletin Agricole du Congo Belge, vol. III, fascicule 4, p 806 Bruxelles. 1912.

3 BROUN -- *Sylviculture in the tropics* Ed.: Macmillan London 1912

4 CLAESSENS — *Le reboisement au Congo Belge.* Bulletin Agricole du Congo Belge, vol. X, fasc. 1-4, p 79. Bruxelles. 1919.

5 CHAMPLY — *Tables et recettes du mécanicien et de l'électricien.* Ed.: Libr polytechnique Béranger. Liège. 1927.

6. DELEVOY. — *La question forestière au Katanga* (3 tomes). Ed.: Office de publicité. Bruxelles. 1928.

7. SCAETTA. — *Les famines périodiques dans le Ruanda. Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène* (note préliminaire). Institut Royal Colonial Belge, Section des Sciences naturelles et médicales, Collection in-4°, A. I. Bruxelles, 1932.

8. LEBRUN. — *Notes sur un programme de reforestation au Kivu.* Bulletin Agricole du Congo Belge. Vol. XXIII, fasc. 3, p. 345. Sept. 1932.

9. LEBRUN. — *Les forêts congolaises et les méthodes culturales indigènes.* Journées d'agronomie coloniale organisées par les Instituts Agronomiques de Gembloux, Louvain et Gand. Juin 1933.

10. DE WILDEMAN. — *Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise.* Institut Royal Colonial Belge. Section des Sciences Naturelles et Médicales. Mémoires. Collection in-8°. Tome II. Fascicule 2. Bruxelles. 1934.

11. LEBRUN. — *Quelques données sur le taux de boisement au Congo Belge.* Bulletin Agricole du Congo Belge. Vol. XXV, fasc. 3, p. 445. Bruxelles Sept. 1934.

12. LEBRUN. — *Les essences forestières des régions montagneuses du Congo Oriental.* Publ. de l'INEAC. Série scientifique : n° 1. Bruxelles. 1935.

13. FONTAINAS. — *La force motrice pour les petites industries coloniales.* Institut Royal Colonial Belge. Section des Sciences Techniques. Mémoires. Collection in-8°. Tome I, fascicule 1. Bruxelles. 1935.

14. LEBRUN. — *Répartition de la forêt équatoriale et des formations végétales limitrophes.* Royaume de Belgique. Ministère des Colonies. Publications de la Direction Générale de l'Agriculture et de l'Elevage. Bruxelles. 1936.

15. TONDEUR. — *La reforestation des régions hautes du Congo et du Ruanda-Urundi.* Bulletin Agricole du Congo Belge Vol. XXVIII, fasc 4, p. 531 Bruxelles. Décembre 1937.

16. TONDEUR. — *Où en est la « question forestière » au Congo?* Bulletin Agricole du Congo Belge. Vol. XXIX, fasc. 1, p. 65. Bruxelles Mars 1938.

17. DEVROEY et VANDERLINDEN. — *Le Lac Kivu.* Institut Royal Colonial Belge Section des Sciences Techniques. Mémoires. Collection in-8°. Tome I, fasc. 6. Bruxelles. 1939.

18. THOMAS. — *Les forêts et l'exploitation forestière au Congo Le déboisement, l'érosion et le reboisement.* Bulletin Agricole du Congo Belge Vol XXXII, fasc. 1, p. 91. Bruxelles. Mars 1941.

19. HÜTTE. — *Manuel de l'ingénieur.* Nouvelle édition française. Ed.. Librairie Béranger. Paris et Liège. Tomes I et II : 1942. Tome III : 1946

20. HARROY. — *Afrique, terre qui meurt. La dégradation des sols africains sous l'influence de la colonisation.* Ed.: Marcel Hayez. Bruxelles. 1944.

21. JAMOTTE. — *La question des combustibles minéraux au Congo Belge* Association des Ingénieurs de la Faculté de Mons. Section congolaise Bulletin d'études et d'informations, n° 7. Elisabethville. Juillet 1944.

22. BUNGE. — *The economics of soil conservation* The Iowa State College Press, Iowa. 1945.

23. CHAMPLY. — *Moteurs à vent, moteurs hydrauliques, moteurs électriques.* Nouvelle encyclopédie pratique des Constructeurs. Tome XVI Ed : Librairie polytechnique Béranger. Liège. 1931.

24. TONDEUR. — *La conservation du sol au Congo Belge.* Royaume de Belgique. Ministère des Colonies. Publication de la Direction de l'Agriculture et de l'Elevage. Bruxelles. 1947.

25. DISTRICT DU KIVU. — Compte rendu de la réunion tenue à Uvira le 1er septembre 1948, relative au paysannat de Luberizi.

26. NICHELSON, Ingénieur forestier au C. N. Ki, à Costermansville : in litt.

Destruction du manteau végétal et causes diverses de dégradation

---

Vegetal cover Destruction and some Causes of Degradation

Liste des communications

Ancienneté de la destruction de la couverture forestière primitive de l'Afrique tropicale

par

A. AUBREVILLE,
Inspecteur Général des Eaux et Forêts des Colonies.

A la lecture de nombreux biogéographes, agronomes, pédologues et forestiers qui s'intéressent aujourd'hui à la vie de l'Afrique tropicale, il semble que la dégradation des sols, qu'ils constatent unanimement, consécutive à la destruction de la végétation, soit un fait récent. Ils opposent à la fureur des défrichements actuels effectués par les blancs et par les noirs, l'agriculture primitive des habitants d'autrefois, avec ses petites trouées dans la forêt, nécessitées par les cultures vivrières, mais qui se refermaient spontanément très rapidement. La dégradation des forêts, l'érosion conséquente, seraient surtout des faits, et des méfaits, résultant des bouleversements introduits dans la vie africaine, économique et sociale, par la pénétration européenne. La tâche qui s'imposerait désormais aux nations civilisatrices, après avoir constaté l'ampleur et les dangers des pratiques actuelles, consisterait à redresser une situation déséquilibrée depuis une cinquantaine d'années.

Nous soutenons une thèse différente dans un ouvrage que le Ministère de la France d'outre-mer aurait désiré présenter à cette Conférence, mais qui est retardé dans sa publication. Il est intitulé : *Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique Tropicale*. C'est cette thèse que je vais exposer ici très succinctement, car elle pourrait utilement, du moins je l'espère, inspirer certains travaux de la Conférence.

D'abord, il est exact que les dégradations de la végétation et des sols s'accélèrent depuis l'entraînement contemporain de l'Afrique dans les cycles de la production mondiale. Le parallèle entre la frénésie des défrichements d'aujourd'hui et les clairières inoffensives ouvertes par les habitants de la forêt, lorsque l'Afrique intérieure était

terre inconnue, est vrai. Nous pensons donc aussi, comme de nombreux auteurs, que les dévastations en *forêt dense humide* prennent une allure inquiétante surtout depuis le début de ce siècle.

Mais la forêt dense humide (« rain forest » et variantes) n'est pas toute l'Afrique, elle n'en occupe même qu'une très modeste partie. Or, à notre avis, beaucoup plus graves, et considérablement plus étendues territorialement, sont les dévastations qui ont été opérées et qui se poursuivent encore dans ce que l'on peut appeler l'Afrique sèche, c'est-à-dire l'Afrique soumise à des climats comportant une saison des pluies et une longue ou assez longue saison sèche. Nous croyons que dans cette Afrique sèche, depuis les temps préhistoriques, depuis que l'homme africain a été en possession du feu (il y a 100.000 ans peut-être), toute la végétation forestière climacique du type fermé qui recouvrait *intégralement* le continent (sauf exceptions de caractère édaphique) a subi des dégradations répétées qui avaient entraîné sa ruine sur des territoires considérablement étendus, déjà bien avant la venue des premiers explorateurs européens.

Pour nous, les défrichements et les dégradations actuels en zone demi-sèche et sèche ne sont qu'une reprise de la dégradation générale du passé, une poussée nouvelle vers la ruine végétale, succédant au palier biologique d'un pseudo-équilibre végétation-feu, comme on voit des reprises d'érosion dans d'anciennes vallées, qui se manifestent sous forme de surcreusement, consécutives à une élévation des niveaux de base.

Mais alors, — nous en venons à la conclusion qui intéresse la Conférence, — si les dévastations de la végétation se produisent depuis si longtemps, et en affectant la plus grande partie du continent, le problème de la dégradation des sols de ce continent est incomparablement plus grave que s'il s'agissait de pratiques abusives relativement récentes. La situation peut même être plus dramatique encore que nous le pensions de prime abord; peut-être en présence de la constatation d'une plaie très grave qui ronge très anciennement l'Afrique tropicale, sommes-nous dans la position d'un médecin appelé tardivement auprès d'un mourant, et non pas au début d'une maladie.

Du moins telle est notre conception. Mais quels arguments, quels raisonnements, quels faits, pour l'étayer? L'étude et la classification des climats et des formations forestières de l'Afrique tropicale conduisent à des constatations déconcertantes. Il existe des formations de type humide (physionomiquement, floristiquement, biologiquement) dans des climats comportant une assez longue saison sèche, et, plus fréquemment, des formations de type sec sous des climats humides. Le cas extrême de savanes, nues ou maigrement arbustives, sous des climats assez humides à caractère nettement forestier, est

commun; alors qu'ailleurs on constate la présence de forêts denses, de type sec ou semi-humide, sous des climats beaucoup plus secs que les précédents.

L'écologie qui subordonne rationnellement la formation au milieu, suivant une relation d'effet à cause, est mise en défaut. D'autres observations sont choquantes pour l'esprit, comme cette absence ordinaire de transitions entre formations denses humides et formations denses sèches, séparées par des savanes nues ou pauvrement arborées, alors que les modifications des milieux sont, en général, continues dans l'espace donc inconciliables avec ces ruptures brutales de continuité dans la végétation. De même, cette anormale communauté savane à graminées et peuplement d'arbres, qui occupe une très grande partie de l'Afrique tropicale, où herbages et végétation ligneuse se concurrencent et s'éliminent réciproquement.

Ce chaos écologique doit trouver une explication. Voici celle que nous proposons. L'état initial de l'Afrique (avant l'époque du feu propagé par l'homme) fut un état boisé intégral, *formations fermées denses*, de type humide sous climat humide, de type demi-sec ou sec sous les climats correspondants (forêts sèches denses de types divers, bushs). Le faciès « savane boisée » n'existait selon nous que dans les zones prédésertiques, où, naturellement, les arbres (des épineux surtout) sont très espacés et à couvert très clair, et où une végétation graminéenne, peu fournie d'ailleurs, vit sans concurrence dans les intervalles. Il n'y avait pas alors de grandes savanes; le type, banal aujourd'hui, de la savane boisée soudanienne ou guinéenne n'existait pas, ou plus exactement était très localisé sur des sols récents (alluvions découvertes).

La végétation forestière, sous régime tropical des pluies, prend toujours rapidement le dessus sur les herbages lorsqu'elle n'est pas entravée dans son expansion par les feux et les défrichements. Pour en être convaincu, il suffit de constater la présence de ces bushs xérophiles compacts, en montagne sur des pentes abruptes, presque sans sol, la colonisation rapide des bords des plages, des cirques d'érosion, des laves récentes, des ésobés, alluvions des rivières, etc., et même les expériences de reconstitution forestière des savanes protégées contre les feux. A l'abri du feu, le couvert forestier continu se répand, domine et tue les graminées.

Les géographes, climatologistes, entomologistes, zoologistes, commettent des erreurs fondamentales lorsqu'ils parlent de savanes « climatiques » (sous les réserves que nous avons énoncées), de « climats » de savane surtout, de faune « de savane soudanienne et guinéenne »

(dans un certain sens). La faune de savane, vraie par son origine, ne peut être qu'une faune mineure, à l'échelle des vraies savanes édaphiques; elle a pu développer considérablement son espace à mesure que se développaient artificiellement les savanes, de même que les graminées primitivement reléguées dans ces savanes édaphiques, ou sur des rochers, ou d'une façon générale dans des aires étroites naturellement découvertes, ont pris l'immense extension qui est la leur aujourd'hui.

L'intervention de l'homme préhistorique commence du jour où il dispose du feu. Il met le feu, en saison sèche, dans toutes les formations denses qui sont susceptibles de brûler, simplement pour pouvoir circuler facilement, ou pour chasser. Il faut avoir vu ces forêts ou ces bushs denses, de type sec, là où il existe encore des vestiges, pour comprendre quelle gêne ils opposaient à la marche. L'homme primitif n'a pas manqué aussi de s'apercevoir qu'à une forêt brûlée succédait une savane où les grands herbivores étaient attirés et faciles à chasser.

C'est ainsi que l'Afrique sèche, c'est-à-dire la plus grande partie du continent, a été incendiée, probablement bien avant l'âge de l'agriculture. La transformation de la végétation s'est alors faite vers les types actuels. Les forêts sèches denses ont évolué vers le type forêt claire et savane boisée, parce qu'elles étaient constituées en partie d'espèces héliophiles, xérothermiques, à écorce mauvaise conductrice de la chaleur, se multipliant aisément par rejets et drageons, qui se sont adaptées aux feux de brousse; dans ces types, c'est le sous-bois qui a disparu, ainsi qu'une partie des espèces de futaie. Parmi les forêts denses, celles qui, de type humide, étaient cependant susceptibles de brûler en saison sèche, ont été remplacées directement par des savanes nues, qui ont été plus tard envahies par la flore forestière xérothermique résistante au feu.

L'efficacité destructrice des hommes primitifs a été multipliée dans quelques cas par un certain état instable de la végétation forestière. Il existait — et il existe encore — des formations forestières en faux équilibre, c'est-à-dire des forêts de type humide qui avaient pris naissance sous des climats humides et qui se sont maintenues en place en dépit d'un climat devenu plus sec. Ces forêts sont excessivement vulnérables aux incendies directs, en saison sèche. Comme elles sont constituées d'espèces ombrophiles, non adaptables au feu et au climat sec, elles disparaissent purement et simplement lorsqu'elles sont attaquées par les feux, remplacées par des savanes nues

On comprend qu'avec l'aide du feu, et dans ces conditions de la végétation forestière en saison sèche, les hommes primitifs, avant

qu'ils aient fabriqué des instruments en fer pour couper les arbres, avant même qu'ils aient éprouvé la nécessité de défricher pour cultiver, et même s'ils étaient peu nombreux, ont modifié complètement le visage de l'Afrique sèche et demi-sèche. Les parties de l'Afrique les plus dangereusement menacées par l'érosion, et par la perte des réserves d'eau, ont donc été déforestées depuis des temps reculés, et ainsi livrées à l'évolution régressive.

Ensuite, les invasions des populations noires actuelles se sont produites. Cultivant en forêt, elles ont d'abord achevé l'œuvre du feu en pays sec, puis elles ont pénétré en forêt humide, défrichant les lisières, favorisant toujours la savanisation en pays humide en ouvrant de larges brèches dans la forêt ancienne. Cette attaque s'accentue aujourd'hui.

Tous les processus de dégradation ou de ruine de tous les types de végétation forestière dense sont encore observables de nos jours; ce sont ceux qui sont dénoncés aujourd'hui avec vigueur dans la forêt guinéo-équatoriale; ils sont plus rares dans les pays secs et demi-secs — et donc moins connus et quelquefois ignorés ou même niés — parce que la ruine des forêts de ces pays a commencé avant l'aube historique, et qu'elle est presque terminée de nos jours. Cependant, si les occasions d'observer la destruction des anciennes forêts sèches sont devenues peu fréquentes, elles se présentent encore quelquefois. Personnellement, en Casamance, en Guinée Française, en Côte d'Ivoire, dans l'Oubangui-Chari, j'ai pu étudier le processus évident des destructions en forêt sèche dense, car il y existe encore quelques vestiges des formations primitives, miraculeusement intacts. Avec de la patience, un peu de chance et de flair, on peut encore, dans la plupart des pays, retrouver des vestiges des forêts denses autochtones dans des stations abritées des feux. Ce sont celles-là qui étaient — et sont encore parfois — en équilibre avec le milieu actuel. L'écologie n'est pas en faute, comme l'observation brutale des paysages et des climats d'aujourd'hui pouvait le faire croire.

Il y a eu dans le lointain passé, quaternaire ou de la fin du tertiaire, de profonds changements climatiques en Afrique tropicale; ils ont amené des migrations et des brassages de flores, puis aussi des substitutions de formations forestières. Des forêts demi-humides et humides ont remplacé graduellement des forêts sèches et inversement, mais ces changements se sont effectués lentement, avec des retards sur la marche des climats, dans le cas d'un assèchement climatique, car la forêt se crée une ambiance humide favorable à sa régénération, en dépit d'un certain déséquilibre avec le climat aérien. Mais, dans

tous les cas, il n'y avait jamais de discontinuité entre types de forêts, là où les changements de milieu eux-mêmes étaient continus.

L'homme, maître du feu, a perturbé cette ordonnance naturelle, changeant presque complètement la face de l'Afrique sèche, puis plus tard, avec l'aide supplémentaire de la hache et du coupe-coupe, partiellement celle de l'Afrique humide.

L'Afrique tropicale sèche a été livrée au feu depuis des dizaines de siècles. L'homme primitif a brûlé pour se délivrer de l'emprise étouffante de la forêt; il brûle toujours pour se délivrer de celle des hauts herbages qui ont pris la place de la forêt. Aussi, cette partie de l'Afrique paraît-elle aujourd'hui une terre abandonnée des dieux, terre vouée à la stérilisation, à l'asséchement, à la ruine, promise finalement à la mort et au désert.

Ces conséquences sont-elles inéluctables? Nous ne le croyons pas. La terre arrachée de la pente, l'homme peut la remonter dans son champ, avec beaucoup de travail et de persévérance. La reconstitution d'un état boisé est souvent possible, pour fixer le sol et lui rendre sa fertilité. La protection contre les feux de brousse est parfois à elle seule suffisante. La flore forestière africaine a une puissance de survie et de colonisation considérable. On peut s'en servir; si l'on veut arrêter la dégradation du continent, on doit s'en servir. Les voies et moyens sont connus; leur mise en œuvre n'offre pas techniquement de difficultés insurmontables. Le plus gros obstacle tient à la nature arriérée de la civilisation africaine et au surcroît de travail qui s'imposerait aux pouvoirs publics et aux populations agricoles et pastorales. Mais ceci n'est pas l'objet de cette note.

Sur quelques cas de dégradation de la végétation et du sol observés en Afrique occidentale française

R. SCHNELL,
Chargé de Recherches à l'Institut français d'Afrique Noire.

1. — LA DEFORESTATION DANS LE MASSIF DU NIMBA ET SES EFFETS SUR L'EVOLUTION DES SOLS.

Structure et végétation de la chaîne.

Le massif du Nimba, situé à la limite de la Guinée française, de la Côte d'Ivoire et du Liberia, est une arête aiguë, orientée S.-O.-N.-E., constituée de quartzites à magnétite et de schistes birrimiens (Antécambriens), aux strates très redressées. Il appartient à la dorsale Loma Man (Massif léonais-libérien) et culmine à 1.752 mètres. La partie S.-O. de la chaîne, qui se prolonge en Liberia, est entièrement boisée (à part quelques clairières de petite dimension sur la crête). Au contraire, la partie N.-E. du Nimba est en grande partie déboisée : une vaste prairie basse occupe toutes ses régions supérieures, au-dessus de 800 mètres environ; dans ces régions, la forêt n'existe que dans le fond des ravins supérieurs; parfois elle s'élargit en éventail à leur sommet, au niveau des bassins de réception des torrents. Dans les régions supérieures à 1.000 mètres, la forêt appartient au type des forêts montagnardes à *Parinari excelsa*, qui ont été décrites par A. Aubréville. Suivant les conditions édaphiques locales, cette forêt est plus ou moins basse; elle est relativement haute dans le fond des ravins, mais elle n'atteint que dix à quinze mètres de hauteur sur certaines pentes supérieures, où un sol meuble mince recouvre seul la dalle ferrugineuse. Sur les basses pentes, on trouve au contraire des forêts hautes, s'apparentant à la forêt dense de la plaine, et très riches en espèces arborescentes. Dans la partie N.-E. de la chaîne, exposée au souffle desséchant de l'harmattan et possédant fréquemment une carapace ferrugineuse, ces forêts des basses pentes appartiennent au groupe des *deciduous-forests* (forêts tropophiles); dans la partie S.-O. de la chaîne, qui est dépourvue de carapace (sauf sur sa crête) et

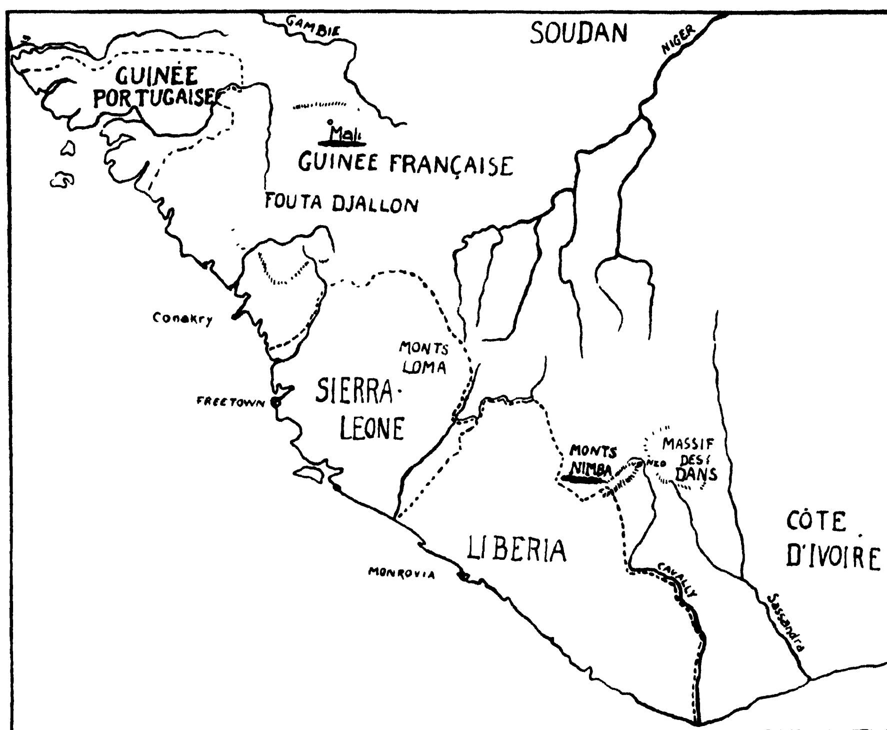
possède, grâce à son exposition à la mousson, une pluviosité plus forte, on rencontre des forêts plus humides, qui sont fréquemment de véritables *rain-forests* (caractérisées par *Tarrietia utilis*, *Uapaca guineensis*, *Chidlovia sanguinea*, *Lophira procera*, etc.)

Les carapaces du Nimba et leurs rapports avec le modelé.

Les sols du Nimba avaient fait, il y a quelques années, l'objet d'une prospection d'H. Scaëtta. Cet auteur avait reconnu la grande extension de la carapace dans tout le massif N.-E. et son absence sur les pentes du massif S.-O. Au cours de plusieurs séjours effectués de 1942 à 1947, et dont les résultats seront publiés prochainement, j'ai eu l'occasion d'étudier la végétation du massif dans ses rapports avec les sols. On trouve, dans les monts Nimba, une juxtaposition assez complexe de sols à carapace et de sols sans carapace. Cette dalle ferrugineuse, comme l'avait remarqué Scaëtta, possède une remarquable extension dans toute la portion N.-E. de la chaîne; elle y est toutefois interrompue au niveau des vallées, et même sur certaines pentes et sur certaines crêtes. Au pied de la montagne, elle occupe un certain nombre de plateaux pied-mont, mais fait défaut dans les vallées (où peut affleurer le socle granito-gneissique) et sur certaines hauteurs (plateaux et collines). Dans la partie S.-O. de la chaîne, la carapace est absente sur les pentes (où elle n'est représentée que par des fragments épars), mais elle existe, par contre, sur la presque totalité de la crête. D'assez nombreuses lames minces que j'ai fait tailler dans cette dalle ferrugineuse m'ont permis de constater qu'elle est en général constituée par un ciment de goethite, auquel s'ajoute, dans certains cas, de la gibbsite, en général peu abondante. Ce ciment englobe en général des débris de magnétite (provenant du quartzite primitif), des grains de quartz, et même des débris (anguleux ou roulés) de quartzite. On trouve également de l'hématite. Par sa structure, cette carapace s'apparente aux roches d'altération des *itabirites* du Brésil. Sur les crêtes, la carapace, probablement formée à partir de l'ancien sol autochtone, possède fréquemment encore des vestiges de la structure originelle stratifiés de la roche. Dans les fonds, elle est souvent constituée par une brèche ferrugineuse englobant des débris de quartzite diversement orientés. Dans les vallées et sur les plateaux subhorizontaux du pied de la montagne, elle est représentée par des conglomérats, manifestement issus du durcissement de dépôts torrentiels anciens. Il est à remarquer que cette carapace est généralement limitée par une corniche plus ou moins distincte, qui borde notamment les vallées. Des blocs de carapace sont en général épars au pied de ces corniches et dans le fond des vallées qu'elles dominent. Notons enfin que la dalle ferrugineuse, particulièrement aux abords des corniches, est souvent fissurée. Ces faits semblent manifestement indiquer l'ancienneté de cette carapace, entaillée par l'érosion actuelle.

La dégradation de la végétation dans les monts Nimba.

La dégradation de la végétation est accentuée dans la partie N.-E. de la chaîne, voisine de villages assez nombreux. Au pied de la montagne et sur ses basses pentes, les défrichements sont très nombreux; une grande partie de la végétation est constituée par des brousses et des forêts secondaires, succédant à d'anciennes cultures de riz ou de



manioc. Dans les régions supérieures, où l'homme ne s'aventure presque jamais, les feux de brousse annuels ont jusqu'à notre époque parcouru la prairie montagnarde. Si quelques incendies peuvent effectivement (comme la chose a été constatée) être dus à la foudre, ils semblent bien n'avoir qu'une extension assez réduite, et ne pas atteindre les lisières actuelles de la forêt, en raison des pluies torrentielles qui accompagnent les tornades, et en raison aussi du fait que le tapis herbacé, au cours de la saison des tornades, possède en général une légère humidité peu favorable aux feux. Pourtant l'existence, sur les lisières, d'arbres reliques et de traces fréquentes de carbonisation, montre que les feux ont agi sur ces lisières. Il est très probable que ces feux, — pour la plupart tout au moins, — provenaient d'incendies allumés par l'homme dans certaines savanes des basses pentes communiquant avec la prairie montagnarde, ou encore de feux allumés par les chasseurs.

Toute une série de faits montrent que la forêt montagnarde, sur le massif du Nimba, possédait jadis une extension beaucoup plus grande et couvrait très probablement une grande partie des crêtes. On trouve sur le Nimba de rares bosquets reliques, — en dehors des ravins —, dans les régions supérieures. Sur un massif voisin, le massif de Fon (dans le cercle de Beyla), très semblable au Nimba par sa géologie, son modelé et son sol, les reliques de forêt montagnarde sont beaucoup plus importantes : on rencontre de vastes lambeaux de forêt à *Parinari excelsa* sur les pentes supérieures et même sur certaines crêtes, vers 1.500-1.650 mètres. On peut donc penser que les régions supérieures du Nimba, elles aussi, étaient couvertes de forêt basse à *Parinari*, sauf bien entendu dans leurs portions les plus abruptes (clairières édaphiques), qui auraient constitué le « refuge » des orophytes (dont l'aire fut ultérieurement à nouveau étendue par l'action des feux).

Origine des carapaces.

Ainsi, une déforestation considérable (par les feux dans les régions supérieures et par les défrichements culturaux plus bas) s'est exercée sur le massif du Nimba depuis des temps probablement assez anciens. Existe-t-il un rapport direct entre cette déforestation et la répartition des carapaces ? Si nous comparons la répartition des formations végétales à celle des carapaces (1), nous constatons qu'il n'y a pas toujours coïncidence entre la déforestation actuelle et l'extension de la dalle ferrugineuse. Dans de nombreux cas, l'absence de forêt coexiste avec la présence de la carapace, mais il existe aussi des forêts, souvent d'aspect primaire, sur un sol à carapace; c'est ce que l'on observe sur les crêtes S.-O. et en de nombreux points du massif N.-E. De même dans le massif de Fon, on trouve fréquemment des forêts à *Parinari* sur des sols à carapace. Cette dalle ferrugineuse paraît donc ne pas devoir son existence à la déforestation actuelle.

La répartition de la carapace, sur le Nimba, ne paraît pas non plus avoir son origine directe dans la climatologie différente des deux régions (S.-O. et N.-E.) de la chaîne : malgré son exposition à la mousson et sa haute pluviosité, la portion S.-O. de la chaîne possède sur sa crête une carapace identique à celle du massif N.-E. De même la chaîne de Fon, orientée Nord-Sud, possède une carapace semblable sur ses deux versants E. et O.

La répartition des carapaces dans les monts Nimba et les phénomènes d'érosion.

La répartition de la carapace s'explique, par contre, grâce aux phénomènes d'érosion. Cette dalle ferrugineuse est localisée sur les vesti-

(1) J'ai publié en 1945 (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, 36, pp. 161-167) deux cartes simplifiées indiquant la répartition des forêts et des prairies, et celle des carapaces sur le massif du Nimba

ges d'un ancien niveau d'érosion, antérieur à la phase actuelle de creusement. Les vallées actuelles ont entaillé cet ancien niveau d'érosion, et par endroits l'érosion régressive l'a fait disparaître. Dans toutes ces régions entaillées par l'érosion actuelle, la carapace fait défaut; on n'en trouve que des débris effondrés sur les pentes ou parfois dans les thalwegs. La carapace a dû exister également sur les versants du Nimba S.-O. : c'est ce que montrent les nombreux débris de cette dalle (parfois en place) qui sont épars sur les pentes du Nimba S.-O. La corniche qui limite la carapace des crêtes S.-O. est l'homologue de celle qui borde les vallées actuelles du Nimba N.-E. La différence pédologique des deux régions (S.-O. et N.-E.) de la chaîne, — déjà entrevue par Scaëtta, — résulte d'une différence dans leur degré d'érosion. Celle-ci paraît avoir l'une de ses causes essentielles dans la pluviosité plus considérable de la portion S.-O., mise en évidence par les résultats des pluviomètres que nous avons installés en plusieurs points du massif montagneux; les chiffres suivants illustrent cette différence de pluviosité :

PERIODE	NIMBA NORD-EST		NIMBA SUD-OUEST	
	à 830 m	à 1.280 m	à 700 m.	à 1.250 m.
20-31 août 1947	134 mm	186 mm	235 mm	360 mm.
1-30 septembre	—	677 mm	—	supérieur à 1.179 mm.

On trouve une structure identique sur les plateaux du pied de la montagne. La carapace existe sur les vestiges, souvent importants, des plateaux primitifs; elle fait défaut dans les régions (moins élevées) où l'ancien niveau d'érosion a été entaillé ou décapé. Sur certaines hauteurs ou sur certains plateaux de cette région peuvent subsister, dans leurs portions les plus hautes, des vestiges en place, parfois très réduits, de cette carapace : on en trouve au village de Kéoulenta, en quelques rares points du village de Nzo et en périphérie du village de Bié, — les villages s'établissant de préférence en des emplacements légèrement surélevés. Ainsi les carapaces de la région montagneuse du Nimba nous apparaissent comme des carapaces fossiles, qui se seraient individualisées à une époque ancienne, — postérieure à une époque humide (au cours de laquelle se sont formés les dépôts piedmont) et antérieure à la phase d'érosion actuelle (1).

Effets de la déforestation sur les sols à carapace.

Quels sont les effets de la déforestation actuelle sur ces sols où la carapace est préexistante en profondeur ? C'est essentiellement par

(1) Il est possible que la carapace des crêtes soit plus ancienne que celle des vallées et des plateaux inférieurs.

le lessivage de l'horizon superficiel que se fait la dégradation de ces sols. Ces phénomènes de lessivage, qui sont devenus classiques, atteignent une importance considérable dans ces régions où la pluviosité s'élève à environ deux mètres par an. Dans les villages, on observe fréquemment de grosses pierres situées sur une colonne de terre haute de 10 ou 20 centimètres et représentant l'ancien niveau du sol, tel qu'il était quelques années auparavant. Dans le village de Nzo, affleurent des dômes de granite, parfois hauts d'un mètre, dont les vieillards du pays disent qu'ils furent jadis « tout petits ». Dans les villages et sur les pistes, le lessivage intense a fait disparaître les éléments fins du sol, transformant l'arène argileuse primitive en sable (1). Ce lessivage entraîne une concentration superficielle des matériaux grossiers (sable, gravillons...). Dans la région de Yalé, au pied du Nimba S.-O., où l'arène argileuse renferme des lapilli ferrugineux (2), ceux-ci se concentrent en surface dans les régions déboisées (emplacement de village, piste). J'ai montré (3) que les clairières de savane des plateaux piedmont sont sans aucun doute secondaires. C'est ce que permettent de conclure leur flore pauvre (dépourvue des espèces caractéristiques des savanes de la zone guinéenne) et l'existence de reliques de *deciduous-forest* sur ces plateaux. On observe sur ces plateaux les types de végétation suivants :

1) Savanes arborées sur sol meuble recouvrant la carapace, et possédant des espèces arborescentes xérophiles (*Terminalia glaucescens, Dichrostachys glomerata, Phyllanthus discoideus, Ficus*,...) ou même des espèces de brousses secondaires;

2) Prairies basses sur un sol de carapace affleurante (*bowal*);

3) Marécages à Cypéracées (*Catagyna pilosa*, etc.), *Genlisea africana, Eriocaulon pumilum, Xyris*, etc. sur dalle de carapace.

Les savanes sur sol meuble occupent souvent des régions plus basses que les prairies ou marécages sur carapace. La différence des deux milieux semblerait due à une différence dans le degré du lessivage superficiel. Les carapaces affleurantes sont le terme ultime de cette évolution.

Lorsque la carapace existe, en profondeur, sous un sol meuble (sablo-argileux ou limoneux), on constate que sa dureté est moins grande que lorsqu'elle est affleurante. Ainsi la dégradation du sol de ces régions, consécutive à la déforestation, consiste essentiellement en une dénudation, accompagnée d'une accentuation du durcissement, de la carapace fossile préexistante en profondeur, que recouvre initialement un sol meuble ayant probablement la valeur d'horizon éluvial.

(1) En même temps le pH de ces sols superficiels augmente (par exemple de 5,2 à 5,6).

(2) On observe souvent dans ces lapilli des vestiges de la structure primitive de la roche (granite, schistes rubéfiés). La forme extérieure de ces lapilli est arrondie.

(3) *Bulletin Soc. Bota. de France*, 1945.

Je n'ai constaté nulle part de carapaces en cours de formation sous l'influence de la déforestation actuelle.

Individualisation de nodules ferrugineux dans les arènes argileuses.

Aux abords de Nzo, au pied de la montagne, on observe, en certains points dépourvus de tapis végétal, une dénudation de l'horizon moyen du sol argilo-sableux issu du granite sous-jacent; cette arène argileuse rougeâtre présente des marbrures d'un rouge plus vif, correspondant aux minéraux ferro-magnésiens de la roche primitive; dans les régions dénudées, ce sol est devenu relativement dur et mamelonné, les parties ferrugineuses étant souvent saillantes à la manière de nodules; l'aspect de la surface rappelle extérieurement celui de certaines carapaces; pourtant ce sol reste friable, on peut le pulvériser par la seule pression des doigts. La dureté des nodules ferrugineux est légèrement plus forte que celle du reste du sol; on peut toutefois également les briser à la main. Cet horison superficiel, de couleur jaune rougeâtre foncée, avec des nodules ferrugineux très rouges, s'oppose à la zone de départ sous-jacente, issue du granite, très kaolinisée et caractérisée par une couleur claire, blanche ou jaunâtre, avec des marbrures ferrugineuses rougeâtres peu accentuées. L'ensemble de ce sol meuble atteint deux à trois mètres d'épaisseur totale. L'horizon inférieur kaolinique, mis en présence d'eau, se délitte spontanément et fait pâte presque instantanément. Au contraire, les nodules ferrugineux de l'horizon supérieur, plongés dans l'eau, y gardent leur cohésion (même au bout de plusieurs jours d'immersion). L'horizon superficiel, par rapport à la zone de départ, se caractérise par une intense coloration par les éléments ferrugineux, et une individualisation des nodules ferrugineux (primitivement issus des minéraux ferro-magnésiens de la roche) (1), qui arrivent à acquérir une cohésion relative, sans cependant devenir une roche compacte comparable aux carapaces voisines. Le processus est analogue à celui que l'on observe dans la genèse des lapilli ferrugineux compacts (souvent très durs) que présentent en abondance certains sols superficiels (savanes de la région de Kissidougou, en Guinée Française, par exemple).

Les sols des régions supérieures des monts Nimba.

Dans les régions supérieures de la montagne, on observe des faits analogues. La carapace ferrugineuse y est en général recouverte d'un sol foncé, riche en matière organique (environ 30 % de matière organique totale (2). Sous la forêt, l'épaisseur de ce sol peut atteindre

(1) Ces nodules paraissent être essentiellement constitués d'hématite. Leur localisation dans des régions où la carapace fossile a été enlevée par l'érosion récente permet de penser que l'individualisation de ces nodules est récente, postérieure à celle des carapaces.

(2) Dosages faits à l'aide de la méthode Anne, au bichromate de potassium. Le pH de ces sols forestiers montagnards est de l'ordre de 4,7, soit nettement plus faible que dans les forêts des régions basses.

un ou deux décimètres; au niveau de la piste traversant la forêt des crêtes S.-O., ce sol est lessivé, et la carapace affleure. Dans la vaste prairie du massif N.-E., issue de la déforestation, ce sol humifère est très mince (quelques centimètres au maximum en général) et discontinu; la dalle rocheuse est souvent affleurante; là où la carapace fait défaut, on trouve un sol brun-rougeâtre mince (1-2 décimètres au maximum), riche en débris de quartzite ferrugineux, et pauvre en éléments fins par suite du lessivage.

Evolution des sols dégradés.

Comment peut-on envisager l'avenir de ces sols dégradés et de leur végétation ? La carapace constitue un niveau imperméable, isolant la surface de l'humidité profonde du sol. Quand elle est recouverte d'un sol meuble, elle constitue un véritable « facteur de xérophytisation ». Lorsqu'elle affleure, elle est, en saison sèche, soumise à un échauffement très considérable, et sa surface est complètement desséchée, seule une végétation très spéciale peut vivre à sa surface : thérophytes et hémi-cryptophytes principalement. Une Cypéracée, *Catagyna pilosa* Hutch (*Eriospora pilosa* Benth.) y installe fréquemment les touradons constitués par ses anciens rhizomes; elle y constitue un générateur d'humus; c'est à elle qu'est due, principalement, la fine couche humifère qui parfois vient se déposer à la surface de la dalle rocheuse, et qui permet le développement d'autres espèces. C'est une végétation basse, adaptée aux phases de desséchement intense, qui s'implante sur ces dalles dénudées. Ni sur les plateaux inférieurs, ni dans la prairie montagnarde, ne se manifeste la moindre tendance à la reconstitution de la végétation arborescente primitive; aucun semis des espèces forestières ne s'implante sur ces sols très dégradés. Là où, au contraire, la dalle ferrugineuse est encore recouverte d'un horizon meuble, on trouve une savane plus haute, avec des arbres xérophiles; là aussi, les espèces de la forêt primitive sont absentes, et aucun de leurs semis ne s'y développe; seules quelques espèces au tempérament très souple s'y implantent parfois, sans jamais y être abondantes : *Albizzia gummifera*, *Albizzia zygia*, etc. Il est hors de doute que les feux annuels, conjointement avec la dalle ferrugineuse et peut-être aussi la structure lessivée du sol, jouent un rôle fondamental dans le maintien de ces savanes à l'état de formations ouvertes. A cet égard, la mise en réserve naturelle intégrale des monts Nimba, préconisée dès 1939 par M. le Professeur R. Heim, et promulguée en 1944 sur l'initiative de l'Institut Français d'Afrique Noire, permettra une expérience du plus haut intérêt, en montrant les effets de la suppression des feux annuels sur ces formations végétales dégradées.

II. — LA DEFORESTATION ET LA DEGRADATION DES SOLS DANS LA REGION DE MALI (FOUTA-DJALLON).

La région de Mali constitue le rebord septentrional des plateaux du Fouta-Djallon, dominant la plaine de Kédougou, où la végétation est soudanienne. Elle représente l'extrémité Nord de l'aire géographique de la forêt montagnarde à *Parinari excelsa*, dont les monts Nimba et le massif des Dans (Côte d'Ivoire) constituent l'extrémité méridionale, plus hygrophile et enclavée dans la zone de la forêt dense. Remarquons que l'aire de la forêt montagnarde à *Parinari* coïncide avec l'entité climatique qualifiée par Hubert de « climat foutanien ».

On sait que les plateaux foutaniens, jadis couverts de forêts riches en *Parinari*, ont subi (principalement depuis deux siècles, semble-t-il à la suite de l'invasion peule) une déforestation considérable. Il ne subsiste plus que des lambeaux, en général dégradés, de la sylve primitive

Les îlots forestiers intacts sont rares. J'en ai observé un sur la pente Ouest du mont Loura. Des seuils rocheux le protègent de toute part de la pénétration de feux, et son éloignement des villages lui épargne l'abatage de bois de chauffage. La végétation y est concentrée au niveau de la voûte forestière, et le sous-bois y est extrêmement dégagé. *Parinari excelsa* et *Carapa procera* constituent la quasi totalité de la strate supérieure, recouvrant une strate inférieure renfermant : *Memecylon fasciculare*, *Grumilea venosa*, etc. Plus généralement, les îlots forestiers présentent une dégradation accentuée, se traduisant par l'éclaircissement de la voûte forestière et le développement du sous-bois arbustif, où l'on rencontre simultanément des espèces de la forêt primitive (*Memecylon fasciculare, Grumilea venosa*,...) et des espèces intrusives, souvent à affinités soudaniennes (*Uvaria Chamae, Dichrostachys glomerata*, etc.). Ce sous-bois est particulièrement sensible aux feux, qui pénètrent dans ces forêts reliques et en accentuent encore la dégradation.

La région de Mali présente de vastes étendues de carapace ferrugineuse, parfois affleurante en *bowal*, et parfois aussi recouverte d'un sol meuble jaune, qui renferme dans son horizon inférieur d'assez nombreux lapilli ferrugineux (1). L'épaisseur de ce sol meuble peut atteindre plusieurs mètres dans les vallées; elle n'atteint que quelques décimètres sur les pentes supérieures, où la carapace est parfois affleurante. L'action du lessivage est manifeste.

Comme l'ont montré quelques forages, cette dalle ferrugineuse se prolonge sous les îlots forestiers (du moins sous ceux d'entre eux situés sur un sol peu incliné). Dans les vallées, généralement occupées par des forêts, elle se termine par deux petites corniches situées de

(1) L'étude de ces sols a été faite dans une récente publication (*Revue Canadienne de Biologie*, 1947, vol. VI, 3).

part et d'autre du torrent. Elle y est manifestement entaillée et débitée en blocs par l'érosion. Des dénudations dues au ravinement permettent parfois de constater la continuité qui existe entre ces corniches et la carapace des bowal voisins. Lorsque la dalle est recouverte par un sol épais (1 à 2 mètres par exemple), sa dureté est moins grande que lorsqu'elle est affleurante.

III. — ANCIENNETE DES CARAPACES, LEUR DENUDATION, CONSEQUENCE DU DEBOISEMENT.

Ainsi, dans la région de Mali, comme dans le massif du Nimba, la carapace nous apparaît comme antérieure à la déforestation actuelle. Cette dernière entraîne une dégradation du sol se manifestant par un lessivage de l'horizon superficiel et l'affleurement de la carapace sous-jacente. Nos observations effectuées dans ces deux régions montagneuses de 1942 à 1947 rejoignent ainsi celles faites par d'autres auteurs (A. Aubréville et L. Bégué notamment) en d'autres régions de l'Afrique occidentale. Notons également que la présence de la dalle ferrugineuse, en entraînant généralement une structure plus xerophile de la végétation, rend celle-ci moins stable et moins apte à se régénérer; elle constitue ainsi un élément favorisant la déforestation.

BIBLIOGRAPHIE.

A. AUBRÉVILLE. — Erosion et bovalisation en Afrique Noire Française (*L'Agronomie Tropicale*, 1947, 7-8, pp. 339-357).

Ch KILLIAN et R. SCHNELL. — Contribution à l'étude des formations végétales et des sols humifères correspondants des massifs du Benna et du Fouta-Djallon (Guinée Francaise). (*Revue Canadienne de Biologie*, vol VI, n° 3, 1947).

M LAMOTTE et P. ROUTHIER. — Monographie géologique du mont Nimba. Contribution à l'étude du Birrimien d'A.O.F. (*Bulletin Soc. Géol. de France*, 5e serie, XIII, 1943, pp. 113-124).

A OBERMULLER. — Description pétrographique et étude géologique de la région forestière de la Guinée Française (*Bull. Service des Mines*, V, Dakar, 1941).

H. SCAETTA. — Notes préliminaires de pédo-écologie en Afrique Occientale Française (*C. R. Soc. Biogéograph.*, XV, 1938).

R SCHNELL. — La forêt montagnarde des massifs quartzitiques du Nimba et du Simandou (Guinée Française). (*Bull. Soc Bota. de France*, 92, 1945, pp. 175-179).

R SCHNELL. — Sur l'origine des savanes de la région des monts Nimba (Guinée Française). (*Bull. Soc. Bota. dc France*, 92, 1945, pp. 249-251).

R SCHNELL. — Observations préliminaires sur les sols des monts Nimba et de la chaîne du Simandou (Guinée Française). (*Bull. Soc. Hist. Nat. de l'Afrique du Nord*, 36, 1945, pp. 161-167).

La Végétation de la région de la source du Niger

par

Jacques ADAM.

La région de la source du Niger est un pays de hautes collines granitiques avec filons de dolérites et croûtes latéritiques. Les affleurements de granite donnent des bosses arrondies, des dalles et d'énormes blocs qui s'entassent le long de ravins ombreux et pittoresques, où s'est maintenue une puissante végétation forestière. Mais l'aspect dominant est celui de savanes herbeuses piquetées d'arbres chétifs et rabougris, tourmentés par les feux de brousse annuels.

Le même paysage se retrouve dans les régions de Boola, Beyla, Diomandou, de Macenta, et au Sud de Kissidougou.

Les conclusions des observations botaniques que nous avons pu y faire sont valables pour toute la zone de partage des eaux allant directement à l'Atlantique et de celles recueillies par le Niger (fig. 1).

Quand on vient du Sud, région de forêt dense, on est surpris par le manque presque absolu d'arbres et d'arbrisseaux en dehors des galeries forestières suivant les thalwegs. Si l'on vient du Nord après avoir traversé les boisements secs soudanais, on est étonné de parcourir une zone de savanes herbeuses à proximité de la forêt verte.

L'explication ne peut être demandée à une structure géologique nouvelle, pas plus qu'à un changement brusque du relief ou du climat. Le relief accidenté permettant l'écoulement rapide des pluies sur les pentes plus fortes n'empêche pas le boisement en espèces tropophiles; par exemple, dans la vallée du Milo, à 50 km. au Sud de Kankan, ou dans celles du Tinkisso et de ses affluents, couvertes de peuplements homogènes d'*Uapaca somon* qu'on retrouve à 8 ou 10 km. de la source du Niger. Le climat ne peut davantage être invoqué, car de beaux vestiges de forêt dense se rencontrent encore à 35 km. au Nord, dans le cercle de Kissidougou, où la saison sèche est plus longue.

L'altitude, atteignant 800 à 900 m. dans la région de la source du Niger, pourrait être prise en considération. Quelques espèces « orophiles » apparaissent vers 750 m., mais des espèces de la forêt dense croissent plus haut.

Les essences de savane sont influencées par un rayonnement plus intense, des écarts plus forts de température; elles semblent avoir besoin de plus d'espace et sont plus trapues. S'il existe de beaux taillis jusqu'à 1.300 m. dans le Fouta Djalon, leur composition floristique est différente.

La savane de la source du Niger ne peut en somme être considérée comme formation naturelle. Elle s'est développée à la suite de la destruction d'un manteau forestier et se maintient par la persistance annuelle des feux.

Quelle a pu être cette forêt à l'origine de la période climatique actuelle ? Pourquoi sa destruction n'a-t-elle pas été suivie de l'éta-

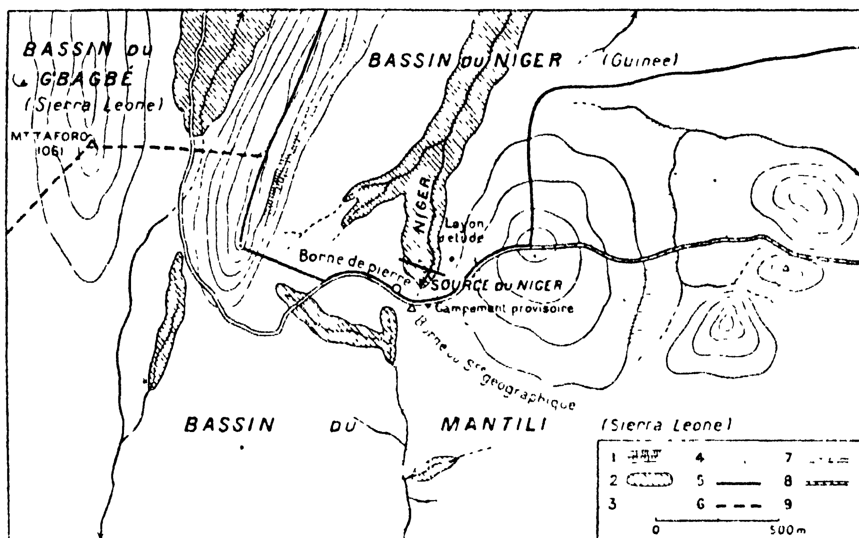


Fig. 1. — Région de la source du Niger. — Échelle, 1 : 30 000.

1, Falaise granitique. — 2, Galerie forestière — 3, Jachère hygrophile — 4, Rizière de marais — 5, Ligne de partage des eaux entre les versants atlantique et nigérien — 6, Ligne de partage des eaux entre le bassin du G'Bagbé et le bassin du Mantili. — 7, Piste de Forconia à Mérékoro. — 8, Piste servant pratiquement de frontière entre la Guinée et le Sierra Leone — 9, Piste de champ. — Les courbes de niveau sont figuratives.

blissement d'une « forêt secondaire », comme on le voit dans le domaine de la forêt équatoriale dense (forêt ombrophile ou *rain forest*), ou d'une forêt sèche de type soudanien ? Si cette dernière avait pu se constituer partout, elle aurait résisté aux feux comme celle que l'on rencontre vers l'ancienne limite de la forêt dense.

Les espèces de la savane actuelle sont adaptées aux incendies les plus violents, leurs souches et leurs branches faisant des rejets annuels. Les feux maintiennent l'état de savane, mais ils ne sont qu'une conséquence, non la cause naturelle et directe de la disparition de la grande forêt.

On a supposé qu'il aurait existé une forêt intermédiaire entre la forêt à feuilles caduques et les boisements denses des savanes (1). Cette forêt n'aurait pu résister aux incendies violents à la suite des défrichements et des cultures. Il en existe, en fait, des témoins à l'origine des ravins collecteurs des pluies d'hivernage. Mais nous ne pensons pas qu'elle ait été très étendue. Elle n'a pu occuper que certaines stations moins humides que celles où persiste la forêt à feuilles caduques et moins sèches que les terrains rocailleux où les savanes boisées réunissent des essences guinéennes ou soudanaises. Aux environs de la source du Niger, on peut en trouver quelques restes; beaux boisements en formation fermée, avec des arbres aux troncs cylindriques, sans gerçure ni cicatrice de brûlure, et un tapis herbacé où les graminées cèdent la place aux Scitaminées, Aracées, Fougères, etc.

Parmi les espèces très résistantes au feu, on peut citer un Terminalia (*Terminalia glaucescens*), un Ficus (*Ficus exasperata*), le *Crossopteryx febrifuga*, un Parkia (*Parkia biglobosa*), etc. Parmi les espèces plus sensibles au feu qui se rencontrent dans les forêts secondaires limitrophes, le Lingué (*Afzelia africana*), la liane à indigo (*Lonchocarpus cyanescens*), le Sougué (*Parinari excelsa*), les *Albizzia gummifera* et *zygia*, le *Spathodea campanulata*, etc.

En résumé, nous avons éliminé comme formations naturelles dans la région qui nous occupe les savanes herbeuses actuelles, les savanes boisées soudano-guinéennes et la « forêt intermédiaire ». Il faut donc admettre que les conditions naturelles convenaient au maintien d'une forêt dense à feuilles caduques, dont la composition floristique différait sans doute de celle des forêts toujours vertes de la Basse-Côte d'Ivoire, mais contenait des espèces sensibles au feu.

En d'autres termes, on peut dire qu'une forêt ne résistant pas au feu recouvrait sûrement le faîte séparant le versant atlantique du versant du Niger, avant sa destruction par l'homme. Elle ne pouvait aller beaucoup plus au Nord, peut-être 35 à 40 km., avec des prolongements le long des dépressions où n'existe plus maintenant qu'une végétation herbacée. *Uapaca somon*, *Raphia sudanica*, *Monotes Kerstingii* marqueraient à peu près cette limite.

Pourquoi la végétation naturelle a-t-elle disparu sans pouvoir se reconstituer ?

Il n'est pas douteux que la région de la source du Niger a été plus peuplée qu'actuellement. Des villages importants ont été décimés par les guerres, les pillages. L'esclavage, provoqué par les envoyés de Samory, est encore présent dans la mémoire des anciens. D'après les renseignements recueillis et par certains vestiges, notamment des groupes de Fromagers ou des Baobabs isolés dans la brousse et indiquant

(1) A. AUBRÉVILLE. — *La forêt coloniale, Les Forêts de l'A. O. F.* (Académie des Sciences Coloniales, 1938, p. 82).

l'emplacement des agglomérations disparues, on peut estimer la population actuelle dans cette région au tiers de ce qu'elle était il y a peut-être un siècle.

On comprendra pourquoi la végétation ligneuse a disparu, en considérant ce qui se passe actuellement plus au Sud, dans des régions montagneuses analogues quant au relief et au sol, avec un climat seulement un peu plus humide. L'évolution rapide des formations végétales peut s'y suivre à la limite de la forêt toujours verte, particulièrement à 26 km. de Macenta, sur la route de Kankan, où apparaît clairement la transition entre la forêt primaire et la savane herbeuse.

Nous prendrons donc la région Nord du cercle de Macenta, facilement accessible, comme exemple typique de la disparition de la forêt, en insistant sur les différents groupements ethniques dont les coutumes sont la cause du recul de la forêt.

La race forestière est ici le *Toma*, opposé au *Malinké* du Nord, tandis que, dans la région de la source du Niger, c'est le *Kissien*, qui s'oppose au *Malinké-Kouranko*. Ces tribus forestières sont fétichistes et leur nourriture de base est le riz. Pour le cultiver, elles défrichent un coin de forêt (généralement de forêt secondaire) par les méthodes maintes fois décrites : abattage du sous-bois, annélation des gros arbres, empilage des branches au pied des géants de la forêt, incinération générale et semis au début de l'hivernage.

La culture dure, en général, un an sur une jachère de six à sept ans. Sur défrichement de douze à quinze ans, on sème deux fois de suite. Si, comme ces dernières années, on attaque des forêts secondaires plus anciennes et même parfois la forêt primaire, la culture peut durer trois ou quatre ans de suite, au bout desquels le sol est abandonné et la forêt se reconstitue.

On comprend sa régénération naturelle, car, dans tous les cas, les souches sont encore nombreuses; les porte-graines de la forêt environnante aident à sa réinstallation, les lianes coupées au ras du sol et sectionnées forment souvent des boutures qui s'enracinent. La couverture buissonnante est envahissante. Dans l'humidité du sol et de l'atmosphère, tout renaît avant que les graminées puissent envahir.

Aucun incendie grave ne s'est déclaré au moment critique du départ de la sève; seul un feu pour le nettoyage et la préparation du champ a été mis en saison sèche pendant le repos de la végétation, et quand le champ est abandonné après la moisson, la reprise naturelle se fait normalement.

Les populations ne mangent-elles donc que du riz ? Non, mais toutes les cultures se font généralement dans le même champ. Riz-manioc doux, riz-maïs, riz-mil, riz-coton, riz-sésame et, depuis peu, arachides en culture seule. Les légumes, taros, patates, bananes se



Fig 2. — Végétation équatoriale. Route de Macenta à Kankan (Guinée française). Fougères arborescentes (*Cyathea Mannii*).

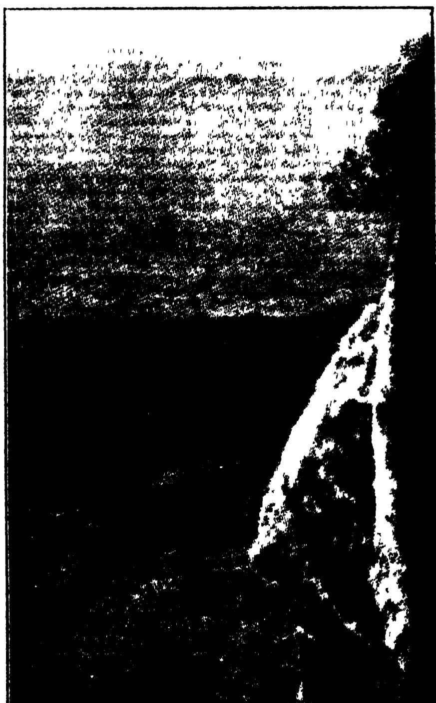


Fig. 3. — Vieille forêt secondaire. Plateau du Massif du Ziama (850 m.) (Guinée française). Vue prise du petit Nialé (1.000 m.).

font autour des villages. La forêt dense secondaire est indispensable à cette méthode de culture; elle est conservée par besoin et tout est calculé pour qu'elle ne dégénère pas.

En général, ce système est appliqué largement. Certains chefs de cantons calculent exactement les jachères et distribuent les champs à leurs sujets en suivant le principe du repos du sol avec réinstallation des taillis de forêt secondaire.

Les Kissiens, qui remontent du Sud au Nord, jusqu'à la source du Niger, sont aussi un peuple de la forêt. Leurs méthodes de culture sont plus proches de celles de leurs voisins Tomas que des Kourankos, mais la densité de leur population ne leur permet pas d'observer de longues jachères. Ils détruisent la forêt par besoin et non par coutume.

Le cercle de Gueckédou subit actuellement cette transformation insensiblement, et dans quelques décades sera, de cercle forestier, devenu cercle de savanes. La dégradation y est moins brusque et plus difficile à observer; c'est pourquoi nous avons choisi, pour étudier la disparition de la forêt, la région de Macenta, de préférence à celle du pays Kissien et de la source du Niger.

Aux races fétichistes de la forêt, agricoles et laborieuses, s'opposent les Malinkés musulmans. Les Musulmans sont renommés pour être destructeurs de forêts dans tous les pays où cette religion a dominé. Ils avancent ici progressivement vers le Sud, au détriment des populations forestières; le recul des Tomas est un fait historique. Les vieux notables Tomas, refoulés à Macenta par l'avance pacifique et commerçante des Malinkés, se rappellent très bien que leurs pères habitaient certains villages. situés à 40 km. au Nord de Macenta, tels Késséredou, Baladou, Boula, actuellement en région de savanes, — villages situés sur la ligne de partage des eaux, dans une région identique comme géologie, relief, climat et végétation à celle de la source du Niger Le Toma ayant toujours été un habitant de la forêt dense, on peut donc supposer, sans crainte d'erreur, que cette forêt remontait jusqu'à Boula il y a presque un siècle.

Les premiers Malinkés étaient des commerçants. Ils ont été bientôt suivis par des cultivateurs qui s'assimilent avec les autochtones, mais conservent leurs coutumes. Leur nourriture de base est le manioc et le mil; ils se sont adaptés au riz et y joignent le *fonio* du Fouta Djalon. Comme les tribus forestières, ils abattent la forêt et l'incinèrent pour la préparation de leurs champs; mais ils font de courtes jachères et cultivent le sol presque jusqu'à épuisement. Ils commencent par riz-coton, — puis riz-manioc, — puis mil, arachides, manioc, coton. Quand le terrain s'appauvrit sensiblement intervient une courte jachère ou une combinaison arachides-manioc-fonio. Quand les cultures cessent, au bout de plusieurs années, le terrain est non seulement épuisé, mais les souches sont mortes, les graminées apparaissent partout, les jeunes semis des essences sociales en sont envahis. Les arbres



FIG. 4. — Feu de brousse. — Ligne de partage des eaux Atlantique-Niger (région de Macenta).



FIG 5. — Aspect de la végétation après le passage des feux
Route de Macenta à Kankan (Guinée française), sur la ligne de partage des eaux Atlantique-Niger.



FIG. 6. — Autre aspect de la végétation après le passage des feux, même région.

de la savane, qui seuls résistent au feu, n'ont pas pu prendre possession du terrain. Il n'y a donc ni rejets, ni drageons d'arbres de la forêt dense, ni arbres de savane. Les graminées occupent tout le terrain. C'est la savane herbeuse sur toute la zone d'où la forêt s'est retirée.

Avec le temps, cette zone dévastée se reboisera, mais uniquement avec les essences les plus adaptées au feu. C'est ce qui se passe à la source du Niger où le déboisement est ancien. Les arbres classiques des savanes commencent à apparaître.

Ainsi se sont établies, du Sud au Nord, les zones de végétation : 1° forêt dense de plaine du versant atlantique; — 2° forêt dense de montagne sur les premiers contreforts de la ligne de partage des eaux; — 3° forêt dense de montagne à déboisement intense du versant atlantique; — 4° savane herbeuse sur les croupes de la ligne de partage des eaux, avec îlots de forêt dense, vestiges de l'ancienne forêt, et galeries forestières; — 5° savanes boisées très claires avec îlots de forêt dense et galeries forestières du versant nigérien; — 6° savanes boisées guinéennes du versant nigérien.

Parcourons ces zones depuis Macenta en suivant la route de Kankan.

1re zone *(Macenta)*. — Ce poste, installé dans la zone de forêt dense, était, il y a peu d'années, en territoire entièrement Toma. Maintenant les Malinkés sont nombreux, accaparant la plupart des terrains des plaines ou larges vallées. Quelques vestiges de forêt primaire verte se voient encore sur les versants d'émergences granitiques et dans quelques boqueteaux sacrés. Les forêts secondaires hygrophiles, dégénérées, cèdent la place à la savane à essences résistant au feu.

Les Malinkés installés depuis quelques décades allument les feux de brousse tous les ans pour préparer les champs, sans aucune précaution. Là comme ailleurs, les sanctions sont appliquées à regret.

Les grands arbres n'ont pas tous disparu. Ils se rencontrent à la limite des champs ou disséminés, épargnés provisoirement par les défrichements. On les voit encore dans les dépressions et les ravins rocailleux et incultes où ils formeront plus tard des reliques forestières.

2e zone. — Au kilomètre 10, à 600 m. d'altitude, la route atteint un massif montagneux éruptif, base de la ligne de partage des eaux. Elle serpente alors le long de ravins et de torrents dans un site pittoresque et tourmenté, un des plus beaux de la Guinée. Souvent en corniche, ou surplombant des ravins profonds, elle les contourne. Puis, entaillant les rochers granitiques et les épaisses terres rouges provenant de leur décomposition, elle cherche sa voie vers d'autres vallées. Suivant des lignes de crêtes couvertes de magnifiques forêts primaires, elle s'incruste sur des pentes à pic maintenues par la forêt.

Le regard plonge parfois sur des échappées grandioses au fond desquelles le grondement sourd des torrents monte dans le silence.

Les arbres sont couverts de lianes et d'épiphytes, Fougères, Aroïdées, Orchidées, Pipéracées. Les fougères arborescentes envahissent les bas-fonds humides où coulent des ruisseaux. Les talus et les escarpements sont tapissés de Fougères, de Sélaginelles et de Mousses. C'est le type de forêt primaire hygrophile de montagne de cet étage.

On la rencontre à peu près avec la même composition floristique aux monts Loma (Sierra Leone), dans le massif des Dans et de Man (Côte d'Ivoire), aux monts Nimba, à la base des deux versants (Côte d'Ivoire et Guinée), en Guinée, dans le massif de Kabiata (cercle de N'Zérékoré), le massif du Ziama (cercle de Macenta), dans les lambeaux forestiers de la chaîne de Fon (cercles de Beyla-Macenta) (fig. 2 et 3).

Elle existe aussi en lambeaux isolés tout le long de cette ligne de partage des eaux qui devrait être marquée d'un trait rouge sur les cartes de géographie botanique, puisqu'elle indique une zone critique pour la végétation forestière, végétation rendue instable par la rencontre de deux climats, par l'altitude et par l'action de l'homme.

Cette forêt devait recouvrir les savanes herbeuses de la ligne de partage des eaux, donc de la région de la source du Niger, avec prédominance d'essences à feuilles caduques. Située juste à la limite de la savane, elle est extrêmement intéressante à étudier, étant appelée à disparaître par l'extension des cultures.

La forêt que nous venons de traverser sera peut-être conservée, étant intégrée dans le domaine forestier de la colonie. Ce sera alors, dans deux ou trois générations, une belle relique scientifique au milieu de savanes herbeuses identiques à celles qui se voient plus au Nord, si la politique forestière actuelle n'a pas changé d'ici là.

3e zone *(Zone montagneuse de déforestation intense).* — Au kilomètre 21, vers 800 m. d'altitude, on sort de cette grande forêt. La région est toujours montagneuse, mais tout est en jachères ou en cultures. Les jachères ne forment pas des forêts secondaires vigoureuses, mais des boisements très dégradés où les essences de lumière, envahissantes, ne sont que peu représentées. Il n'y a que des taillis de quelques années composées d'essences sociales.

Du kilomètre 21 au kilomètre 23, les plus grandes pentes comme les bas-fonds sont cultivés en riz et en manioc. Les taillis des jachères sont composés presque exclusivement par *Harungana paniculata, Vismia leonensis, Trema guineensis, Millettia Stapfiana, Albizzia gummifera* et *zygia, Rauwolfia vomitoria,* tous très denses et sans tapis herbacé. Ils indiquent le dernier stade ligneux. Défrichés, puis cultivés à nouveau plusieurs années, ils feront place à la savane à graminées :

Pennisetum, si la terre est encore riche; *Andropogon*, puis *Imperata*, si la terre est plus pauvre.

Aux kilomètres 23 et 24, vers l'Est, de belles vallées et collines sont entièrement défrichées. Les cultures se font depuis plusieurs années et succèdent à des jachères très courtes; l'herbe à éléphant occupe le terrain aussitôt qu'il est délaissé; puis les feux apparaissent. Toutes ces montagnes sont vouées dès maintenant à la savane herbeuse. Ici la forêt, malgré le climat favorable, disparaît sans espoir de retour.

Avant le kilomètre 25, toujours à l'Est, une association *Andropogon-Smithia ochreata* marque le stade final de la végétation sous-arbustive. Les feux violents la parcourent, mais cette papilionacée résiste et rejette chaque année.

4e zone. — A l'Ouest du kilomètre 25, à un tournant de la route apparaît brusquement la savane herbeuse, presque sans végétation arborescente. Elle fait suite à de jolies formations secondaires denses, accrochées au flanc de la montagne. Nous arrivons à une région identique à celle de la source du Niger : savanes herbeuses sur les pentes des collines, galeries forestières plus ou moins dégradées et lambeaux forestiers dans les dépressions et les ravins.

La route passe, au kilomètre 26, sur un ruisseau envahi par *Raphia vinifera*, puis longe à l'Ouest sa galerie forestière, très mince, au delà de laquelle la savane continue. On remarque dans cette galerie : *Syzygium guineense*, *Uapaca somon* des galeries, *Polyscias ferruginea*, *Pandanus candelabrum*, *Smeathmannia pubescens*, etc.

A l'Est du kilomètre 27,500, une belle forêt secondaire dense et jeune se remarque encore sur une colline. Elle sera bientôt mise en culture et disparaîtra. Puis la savane herbeuse reprend de chaque côté sur plusieurs kilomètres.

Autour du village de Kessérédou, au kilomètre 31, à 900 m. d'altitude, une végétation forestière hygrophile se remarque encore. Au kilomètre 31,500, à l'Est, une très belle régénération d'*Harungana paniculata* avec *Albizzia zygia* et *Albizzia gummifera* tente d'échapper à l'emprise des graminées. La savane herbeuse reprend avec quelques arbres souffreteux disséminés qui recouvrent les bosses dénudées des collines (fig. 4, 5 et 6).

La route passe sur la crête de la ligne de partage des eaux vers le kilomètre 34, à 950 m. d'altitude, et quitte le versant atlantique (rivière Loffa) pour le versant nigérien (rivière Milo), puis repasse au versant atlantique (rivière Diani ou Saint-Paul) au kilomètre 45, à 910 m. d'altitude. Après le village de Boula, elle regagne définitivement le bassin nigérien (rivière Milo) au kilomètre 57,500, à 940 m. d'altitude, après le village de Ténémadou. Cette zone des savanes herbeuses s'étend sur 25 km. de largeur.

5e zone. — Elle apparaît approximativement au kilomètre 50, avec des boisements très clairs, et correspond à celle qui commence à 12 km. en aval de la source du Niger.

Cette dernière, qui se ressent plus fortement de l'influence des vents chauds et secs de l'Est, se trouvant sur le versant nigérien, était cependant recouverte d'une forêt dense à feuilles caduques. On en voit des vestiges disséminés en boqueteaux d'une surface atteignant parfois plusieurs hectares. La disparition de cette forêt est ancienne et les arbres de savane ont pu s'installer.

Dans les vestiges de forêt de cette zone, on rencontre encore le Palmier à huile (*Elaeis guineensis*), l'Acajou (*Khaya grandifoliola*), le Lingué (*Afzelia africana*), bois de travail commun, le *Dracaena arborea*, l'arbre à caoutchouc (*Funtumia elastica*), le Parasolier (*Musanga Smithii*), le Mombin au fruit comestible (*Spondia Mombin*).

6e zone. — Elle commence où se terminent les vestiges de forêt dense, à 35 km. en moyenne au Nord de la ligne de partage des eaux. Ce sont les immenses savanes boisées soudano-guinéennes, plus ou moins fermées suivant la densité de la population et les conditions édaphiques.

Sans remonter jusqu'à la période quaternaire, plus humide qu'actuellement, et indépendamment du desséchement progressif du climat, la région de la source du Niger et la ligne de partage des eaux Atlantique-Niger devaient être recouvertes, il y a quelques siècles, par une forêt dense. Les essences à feuilles caduques y étaient en majorité. Cette forêt devait empiéter de 30 à 40 km. sur le versant nigérien. Rencontrant alors des conditions climatiques nettement défavorables pour son maintien, elle faisait place à des forêts sèches, plus ou moins fermées; les dépressions plus humides et les bas-fonds étaient toujours occupés par de larges galeries forestières.

Les peuplades malinkées, venues du Nord, ont peu à peu détruit cette forêt par leurs méthodes de culture trop intensives pour la région, repoussant vers le Sud les races forestières qui l'habitaient. Etablie sur une zone critique, à la rencontre brusque de deux zones climatiques, cette forêt défrichée sans relâche n'a pas résisté. Les jachères trop courtes, jointes à la saison sèche assez longue, l'ont fait disparaître sans retour. Les graminées se sont installées immédiatement sur son emplacement avec les feux annuels. Outre les feux et les cultures extensives actuelles, l'altitude apporte une gêne au reboisement naturel avec les essences de savanes. Il en résulte une zone où la végétation ligneuse ne peut que difficilement se reconstituer.

Cependant l'altitude n'est pas un obstacle insurmontable pour la reforestation, mais plusieurs décades sans feux seraient nécessaires avant qu'un couvert boisé d'arbres de savanes prenne possession du

terrain, préparant le retour hypothétique des essences de forêt à feuilles caduques.

Il est regrettable que les vestiges forestiers de cette région ne soient pas protégés. En plus des défrichements culturaux, l'exploitation forestière des quelques arbres plusieurs fois centenaires, peut-être millénaires, active cette disparition. Seuls, quelques dizaines d'hectares de forêts représentent la végétation naturelle d'une époque disparue. Leur intérêt scientifique n'est pas discutable. L'étude de l'action de la forêt sur le climat et particulièrement le microclimat qu'elle provoque serait intéressante à entreprendre; le contraste entre le climat forestier et le climat de la savane, situés côte à côte, étant ici très marqué.

BIBLIOGRAPHIE

AUBRÉVILLE. — *La forêt coloniale* (*Annales de l'Académie des Sciences Coloniales*, tome IX, 1938).

L. BÉGUÉ. — *Contribution à l'étude de la végétation forestière de la Haute Côte d'Ivoire*, Comité d'études historiques et scientifiques de l'A. O. F., Larose, 1937.

Aug. CHEVALIER. — *La région de la Source du Niger* (*La Géographie*, 1909).

DELEVOY et ROBERT. — *Le milieu physique du centre africain méridional et la phytogéographie*, Institut Royal Colonial Belge, Bruxelles, 1935.

J. LEBRUN. — *Répartition de la forêt équatoriale et des formations végétales limitrophes*, Ministère des Colonies, Bruxelles, 1936.

R. SCHNELL. — *Sur l'origine des savanes de la région des Monts Nimba* (*Guinée Française*)(*Bulletin de la Société Botanique de France*, décembre, 1945).

DE WILDEMAN. — *Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise*, Institut Royal Colonial Belge, Bruxelles, 1934

Influence des facteurs climatiques sur l'Erosion du sol

Frédéric FOURNIER,
de l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale.

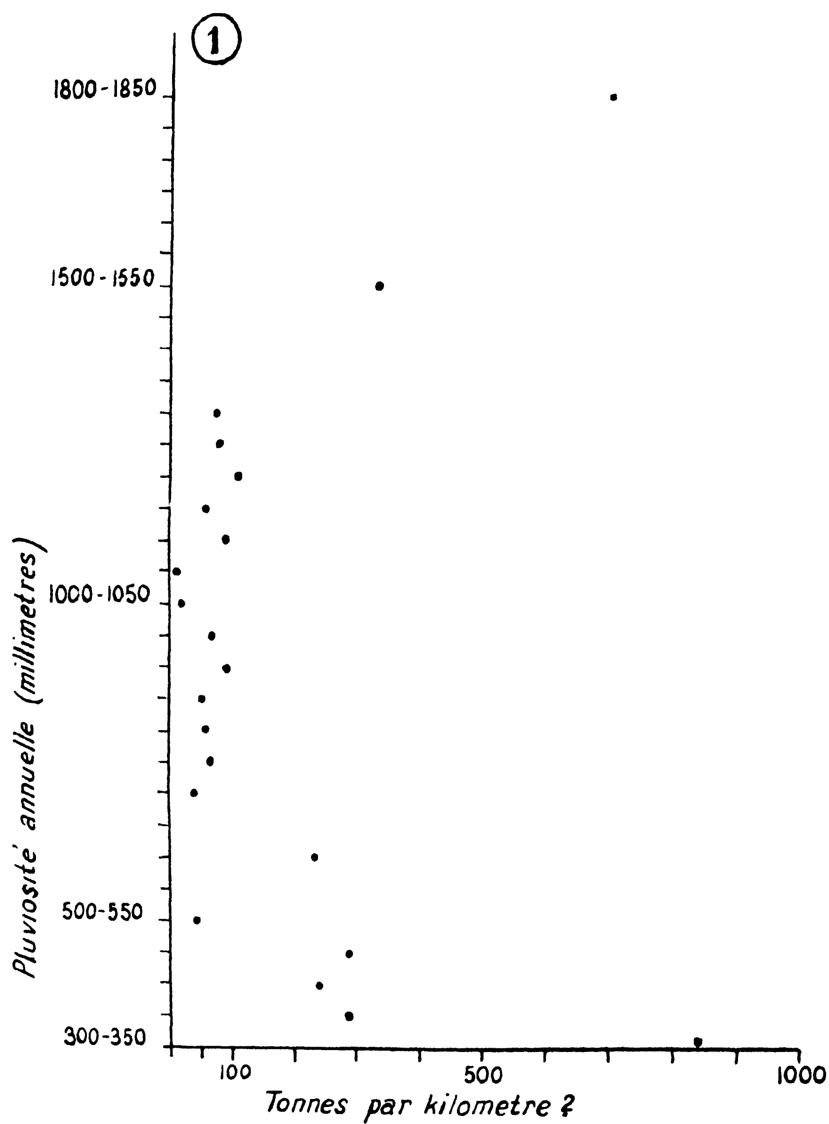
S. HENIN,
Directeur adjoint du Laboratoire des Sols,
du Centre National des Recherches agronomiques
(Versailles).

Il est toujours très précieux de disposer de données quantitatives pour évaluer l'évolution du milieu naturel. En général, quand on essaye de serrer le problème de près, c'est-à-dire d'évaluer l'évolution d'un phénomène donné sur une petite surface, l'influence des facteurs locaux perturbe à un tel degré l'effet des facteurs plus généraux qu'on ne peut obtenir de corrélations valables qu'en partant d'un très grand nombre de déterminations.

Le but de cette étude est d'évaluer l'influence des facteurs climatiques sur l'érosion. Dans ce domaine, le nombre de déterminations effectuées sur de petites surfaces nous a paru insuffisant pour que l'on puisse établir des corrélations significatives. Nous avons alors pensé que l'on pourrait évaluer l'intensité de l'érosion en utilisant la quantité moyenne de substances solides transportées par les rivières et calculée par unité de surface de bassin (km^2).

Après des recherches, d'ailleurs assez laborieuses, il a été possible d'obtenir cette donnée pour une centaine de rivières réparties sous tous les climats du globe. Pour échapper à l'inconvénient des petites surfaces, seuls les cours d'eau ayant plus de 1.000 kilomètres carrés de surface de bassin ont été étudiés.

La cause de l'érosion étant évidemment la pluie, il a fallu déterminer pour chaque bassin la moyenne pondérée des précipitations annuelles, le poids étant évidemment la surface de chaque aire recevant les précipitations particulières.


1
1800-1850
1500-1550
1000-1050
500-550
300-350
Pluviosité annuelle (millimetres)
100
500
1000
Tonnes par kilometre ²

I. — RELATION ENTRE LES PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES ET LE DEBIT SOLIDE DES COURS D'EAU.

Dans un premier essai, nous avons tenté d'établir directement la corrélation entre les précipitations moyennes annuelles et le débit solide. On constate qu'en portant en ordonnée les données concernant les précipitations et en abscisse, celles concernant le débit solide, on obtient sur le graphique un nuage de points dispersés, sur lesquels il est difficile de porter un jugement. Si l'on détermine maintenant la valeur moyenne des débits solides pour chaque classe de précipitation, ces classes étant définies entre les hauteurs de précipitation de h et h + 50 millimètres, et sans tenir compte des points correspondants aux rivières des régions montagneuses, les points moyens se distribuent le long d'une courbe d'allure parabolique ainsi qu'on le constatera sur le graphique n° 1.

Il est alors curieux de constater qu'il existe une érosion minimum pour les précipitations comprises entre 750 et 1.200 millimètres, alors que l'érosion augmente pour des précipitations supérieures et inférieures. Si le premier cas est parfaitement logique, il est, par contre, difficile de concevoir une augmentation de l'érosion pour de faibles précipitations si l'on admet que la hauteur d'eau tombée est le facteur déterminant.

Dans ces conditions, nous avons essayé d'établir une deuxième corrélation en utilisant l'écoulement moyen de la rivière ramené à l'unité de surface du bassin (litre-seconde par kilomètre carré) et la même valeur que précédemment pour évaluer l'érosion. Ainsi, si certains faits observés sur le premier graphique sont dus à ce qu'une partie des précipitations s'est évaporée, il sera possible de mettre cette particularité en évidence.

Cette corrélation n'est pas non plus satisfaisante, les points se répartissant d'une façon très lâche, et s'il apparaît bien une tendance à l'augmentation du débit solide avec l'augmentation de l'écoulement, la dispersion des points autour de la droite moyenne traduisant cette tendance est très grande

Nous ne mettons donc pas encore en évidence par cette corrélation un facteur de l'érosion vraiment dominant.

Dans ces conditions, ni l'écoulement dans la rivière, que l'on peut considérer comme une approximation grossière du ruissellement, ni les précipitations annuelles ne sont le facteur dominant et il faut chercher une autre variable.

II. — ETABLISSEMENT D'UN FACTEUR CLIMATIQUE DE L'EROSION PAR L'EAU.

Le fait que l'érosion augmente pour les faibles précipitations nous conduit à penser que le phénomène dépend plus de la répartition des pluies que de leur qualité absolue. En effet, dans les régions de faible pluviosité, celle-ci a tendance à se produire sous forme de chutes de pluie brusques et de courte durée. Nous nous sommes donc efforcés de faire ressortir cette dissymétrie en utilisant le rapport des précipitions du mois de pluviosité maximum aux précipitations annuelles. Ainsi dans le cas où toutes les pluies de l'année tombent en un mois, le rapport sera égal à 1. Si, au contraire, les précipitations sont réparties de manière uniforme, le rapport sera égal à 1/12, soit de l'ordre de 0,08. Son utilisation a permis d'obtenir un groupement nettement meilleur des points, cependant aussi bien l'examen de la distribution de ceux-ci que la simple réflexion à priori, permettait d'établir son insuffisance, car il ne tenait pas compte de la valeur absolue des précipitations or, l'étude du paragraphe précédent a fait apparaître un effet très net de cette grandeur.

C'est ainsi que nous avons été conduit en définitive à utiliser le rapport :

$$\left(\frac{\text{Précipitations du mois de pluviosité maximum}}{\text{Précipitations annuelles}}\right) \quad \text{Précipations annuelles}$$

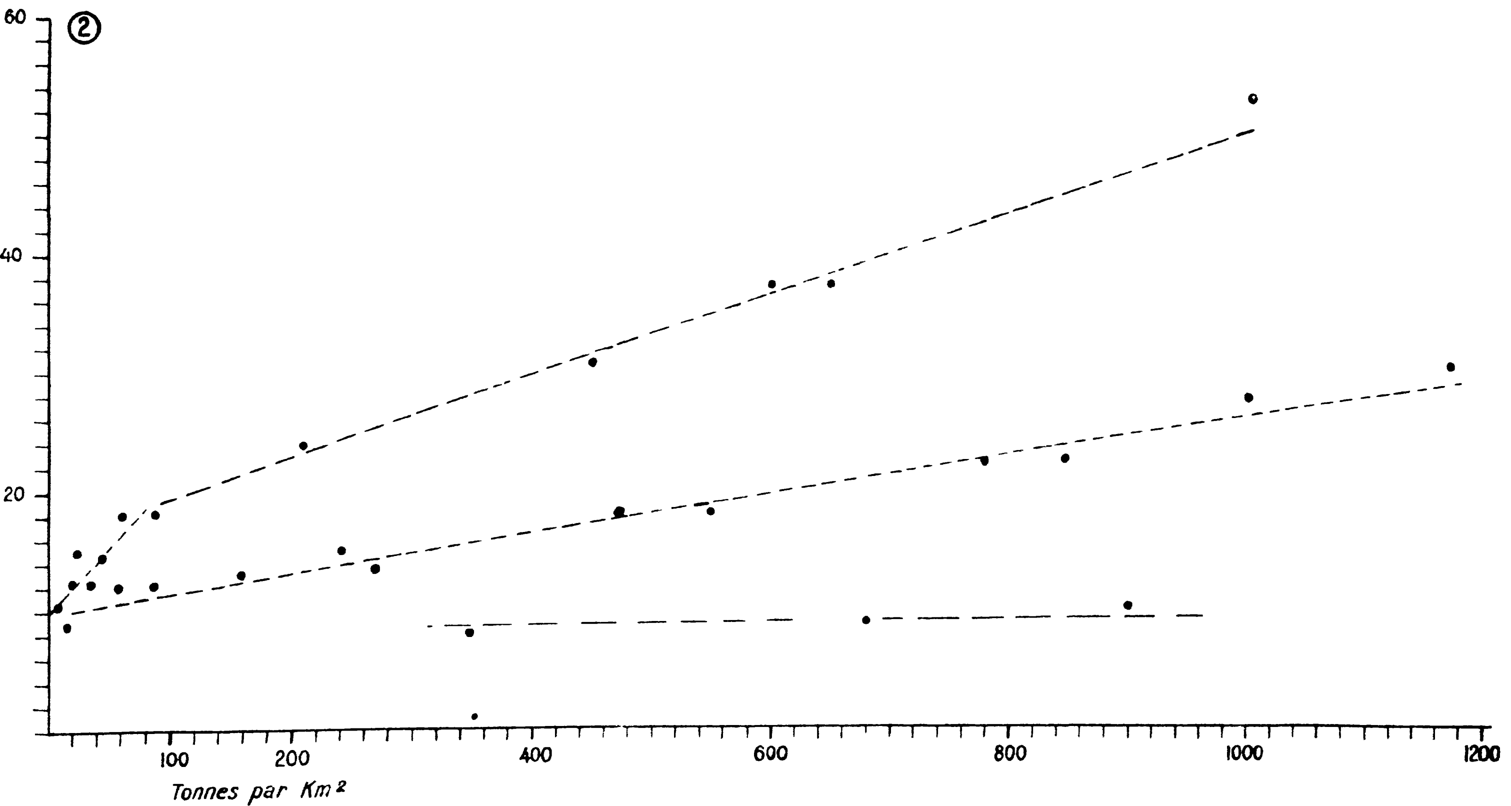
Ce qui mathématiquement est équivalent à :

$$\left(\frac{\text{Précipitations du mois de pluviosité maximum}}{\text{Précipitations annuelles}}\right) < \text{Précipitations du mois de pluviosité maximum}$$

Se trouvent alors associés un facteur correspondant à la dissymétrie des précipitations dans l'année, et un facteur correspondant à leur valeur absolue.

Si l'on établit une corrélation entre le rapport ainsi calculé et la valeur prise comme mesure de l'érosion, c'est-à-dire débit solide d'une rivière ramené au kilomètre carré de surface de son bassin, nous obtenons le graphique ci-contre (n° 2) que nous donnons à titre d'exemple pour faciliter la discussion et sur lequel ne figure qu'une partie des 110 cas considérés.

On observe que les points semblent se grouper en trois séries. Dans la première, ils se situent autour de deux lignes droites se raccordant pour une valeur d'érosion annuelle de 100 tonnes par km^2. Toutes les rivières de cette série ont été étudiées en des points de leurs cours où elles avaient un caractère net de rivières de plaine.


②
60
40
20
100
200
400
600
800
1000
1200
Tonnes par Km²

Pour ce groupe bien entendu, l'érosion a la plus faible valeur possible pour une valeur donnée de l'indice climatique défini précédemment.

La deuxième série se situe autour d'une seule ligne droite ayant son origine à peu près dans la même région du graphique que celle de la première ligne droite de la série précédente. Autour de cette droite, se groupent d'une manière assez homogène les points correspondant aux rivières ayant la plus grande partie de leur cours en régions montagneuses

Le fait remarquable est que la pente de cette droite est plus faible que celle de la précédente, ce qui signifie que, pour des conditions climatiques données, l'effet est beaucoup plus marqué en région montagneuse qu'en pays de plaine.

Enfin, le troisième groupe de pointe, d'ailleurs peu nombreux, correspond aux rivières de montagnes situées en climat steppique (Colorado et ses affluents; Sig). Dans ce cas, la quantité de terre entraînée paraît indépendante du facteur climatique.

On peut donc conclure, en reprenant l'ensemble de ce qui vient d être dit, que les précipitations interviennent par leur intensité, d'une part, par leur mode de distribution d'autre part; c'est, en effet, en utilisant un facteur climatique tenant compte de ces deux données que nous avons obtenu le groupement de points le plus logique et également le plus satisfaisant au point de vue expérimental

L'examen des corrélations établies en utilisant ce facteur met bien en évidence l'action du facteur lui-même puisque dans les deux premiers cas le débit solide augmente avec lui, mais il met en évidence l'influence de la pente et peut-être d'autres conditions du milieu (nature du sol, végétation) qui permettraient d'expliquer les débits solides exceptionnels en climat steppique.

Par ailleurs, cet ensemble de courbes converge vers une région du graphique, pour laquelle le rapport considéré est relativement bas, aussi voit-on l'ensemble des points expérimentaux s'étaler en un éventail limité supérieurement par la droite correspondant à l'érosion en zone de rivières de plaines, pour lesquelles l'accroissement du facteur d'action climatique produit moins d'effet, et limité à la partie inférieure par la droite du groupe de points représente l'érosion en climat steppique ou la susceptibilité du milieu est tellement élevée que le facteur climatique calculé est insuffisant pour rendre compte de l'effet produit. Remarquons que si l'aspect numérique du résultat fait disparaître l'aspect qualitatif, on peut faire réapparaître ce dernier en limitant sur les graphiques les zones correspondant aux rivières situées sous les mêmes conditions climatiques.

Cette opération augmente les possibilités de prévision car on peut, connaissant le climat du lieu, caractérisé comme le font les géographes

par les données concernant hauteur et répartition des précipitations, et son orographie, localiser sensiblement et à priori le résultat cherché.

L'action érosive de chaque climat se trouve ainsi « tarée » par l'observation et nous espérons pouvoir comparer les résultats obtenus dans des milieux différents, ce qui permettrait de leur donner une portée pratique.

ETUDE CRITIQUE DES RESULTATS OBTENUS.

Dès le début de ce mémoire, nous avons signalé la difficulté d'utiliser les données obtenues sur petites surfaces. Au cours de ce travail, nous avons également constaté que les déterminations effectuées sur de petits bassins de quelques centaines de kilomètres, ou pour des torrents étaient franchement abherrantes.

C'est qu'en effet, on ne peut considérer le phénomène d'érosion, comme quelque chose d'homogène. Dans les grands éléments fluviaux, les particules solides transportées sont constituées par des éléments fins qu'on peut considérer comme en suspension vraie, c'est-à-dire les particules étant maintenues dispersées par leur charge électrique, ou en pseudo-suspension, c'est-à-dire, les particules étant maintenues suspendues grâce aux tourbillons locaux.

Dans les torrents, et d'une façon générale, chaque fois qu'une masse d'eau se déplace rapidement, les graviers, voire même de véritables masses rocheuses, peuvent être roulés par la même poussée des eaux. D'autre part, des phénomènes de glissement de terrain et de solifluction ont été signalés lors de pluies intenses. Tous ces mécanismes peuvent finalement produire l'érosion en un point donné, mais il est évident que les matériaux ainsi entraînés ne peuvent être déplacés que sur des pentes très raides et le phénomène ne peut avoir qu'un caractère local, l'exemple le plus évident est le cône de déjection des torrents.

Ces phénomènes de caractère local n'apparaissent évidemment pas dans les données utilisées par nous, d'une part parce qu'il est difficile d'apprécier les éléments roulant dans le fond d'un cours d'eau, d'autre part, parce qu'ils sont moins importants quand la rivière devient assez large, la vitesse du courant étant nécessairement *relativement* faible dans ce dernier cas.

Il n'en reste pas moins que ces phénomènes extrêmes auront tendance à se produire là où les pentes sont plus importantes et là où le facteur climatique calculé sera le plus élevé. Si donc nous ne pouvons nous rendre compte du phénomène se produisant réellement en un point donné, du moins pouvons-nous penser que les cas extrêmes ont

des chances de se manifester dans les lieux ou les facteurs d'érosion climat et pente, présentent les valeurs les plus favorables.

Dans le but de vérifier nos points de vue, nous comparerons quelques résultats obtenus sur petites surfaces dans les stations agronomiques américaines, avec les valeurs calculées en partant de nos observations. Malheureusement nous n'avons pu disposer jusqu'à maintenant que des données sur treize stations citées par H. BENNETT.

On peut en tirer les conclusions suivantes :

Pour les terrains recouverts de leur végétation naturelle, forêt ou prairie, les points s'écartent peu des grandeurs théoriques ce qui tend à prouver que l'aspect général du phénomène tel qu'il ressort de nos observations reste valable dans certaines conditions.

Par contre, pour les sols nus, l'érosion peut atteindre des valeurs extrêmement élevées sur de petites surfaces et pour un facteur climatique donné, les points se déplacent largement vers la droite des graphiques, sortant nettement de la zone des points correspondant aux sols recouverts de leur végétation naturelle. Il est possible que cet effet soit d'autant plus marqué que la pente et les facteurs climatiques sont eux-mêmes plus grands, mais le nombre de données expérimentales à notre disposition ne nous a pas permis de répondre à cette question.

Observations sur le rôle de l'érosion dans la formation de la cuirasse latéritique

par

G. AUBERT,

Professeur et Maître de Recherches à l'O. R. S. C.

La cuirasse latéritique s'observe fréquemment en moyenne Côte d'Ivoire et dans les régions de type soudanais. Elle existe aussi, quoique plus rarement, en Basse-Côte. Là, dans de nombreux cas, elle apparaît comme fossile, généralement située au sommet des collines, recoupée par l'érosion lors du creusement des vallées; elle est alors démantelée sur ses bords (colline de la Station de Recherches sur le Cacaoyer, à Abengourou).

Cette attaque de la cuirasse est d'une extrême importance dans toutes les régions plus septentrionales, qu'il s'agisse de cuirasse latéritique (1) (Guinée, Haute-Volta, Sud du Soudan) ou de cuirasse ferrugineuse (Centre et Nord du Sénégal, Nord du Soudan, Niger). Elle se produit souvent par sous-creusement, l'érosion attaquant les horizons inférieurs du profil latéritique, provoquant un porte-à-faux de la cuirasse qui, alors, se brise (2). Ainsi se forment les cavernes et les grottes du Fouta Djallon. Elle donne naissance sur place à des amas de roches qui peuvent être reprises et attaquées à nouveau par la végétation, formant ainsi un nouveau sol (3). Parfois les éléments provenant de cette attaque peuvent être transportés jusqu'au bas des collines, et deviennent alors les éléments initiaux d'un néosol colluvial (Sénégal, Soudan) (4) ou d'une nouvelle cuirasse (5). La roche sous-jacente est alors souvent mise à nu et reprise dans un nouveau cycle pédogénétique, origine d'un sol jeune et souvent riche (6) (Sénégal, Soudan, etc.)

Cette cuirasse peut se former actuellement (en basse Côte d'Ivoire). Le phénomène est rapide et l'érosion y joue un grand rôle.

A Abengourou, la pluviométrie annuelle est de 1.500 à 1.800 mm., la température moyenne annuelle est élevée et les extrêmes 18 à 32°. La grande saison sèche y est nettement marquée.

Au Sud d'Abengourou, une plantation est exploitée depuis 35 ans environ. A cette date, la forêt de type tropical humide mésophile (7), a été abattue et des cacaoyers plantés. Les cultures étaient toujours « très bien entretenues », le sol étant dépouillé de mauvaises herbes et restant nu.

Quelques années plus tard, le rendement des cacaoyers devenant faible, ils furent remplacés par des caféiers. Actuellement, ceux-ci, en certains endroits situés en sommet de pente, s'affaiblissent, puis meurent et, à la surface du sol, apparaît une cuirasse latéritique, très riche en fer et très dure.

Le profil en l'un de ces points, sous une végétation de graminées de petite taille, est le suivant (I) :

de 0 à 15 cm. : horizon gris beige en surface, sur 1 à 2 cm, beige plus clair en-dessous; sableux, légèrement limoneux; très riche en petites (moins de 4 cm. de diamètre, en général) concrétions ferrugineuses très dures, noires en surface, plus brunes à l'intérieur;

en dessous de 15 cm. : cuirasse latéritique, très ferrugineuse, de type généralement gravillonnaire, mais parfois lamellaire (4); les concrétions accolées et cimentées sont analogues à celles de l'horizon supérieur, certaines taches plus rouges, d'autres plus ocres; d'autres, enfin, apparaissent violettes.

La surface de la cuirasse est très nettement délimitée par une pellicule ferrugineuse, sur laquelle s'arrêtent et s'accumulent, en feutrage, les racines de graminées.

Les quelques rares emplacements présentant un tel profil, et sur lesquels les caféiers et toute végétation arbustive disparaissent, forment des taches qui s'agrandissent chaque année. La cuirasse s'étend.

On peut comparer ce profil de sol à cuirasse à celui que l'on observe dans la forêt (II) à 150 m. de là, en zone subhorizontale, à l'extrémité de la pente au sommet de laquelle la cuirasse apparaît.

En surface, un lit de feuilles, brindilles et débris organiques divers, en décomposition.

de 0 à 90 cm. : horizon rouge brique, à peine plus gris, en surface sur 8 à 10 cm.; limoneux, riche en cailloux de quartz, surtout en surface — par légère érosion en nappe — et, surtout vers 50 cm., en concrétions ferrugineuses. Celles-ci deviennent moins nombreuses à partir de

70 cm. où apparaissent quelques taches jaunes ou ocre clair dans la masse rouge;

en dessous de 90 cm. : horizon rouge plus foncé, à taches ocre ou claires ou violettes, très compact, paraissant argileux (le terme d'argile est pris ici dans son sens granulométrique plutôt que minéralogique). Très dur en certains lits, à quelque distance de sa surface, il présente alors une structure lamellaire. Ailleurs, surtout à son sommet, il est riche en concrétions ferrugineuses, analogues à celles de l'horizon supérieur et à celles du profil à cuirasse.

Entre ces deux points, la topographie comporte, en partant de la forêt d'abord, sur environ 100 à 110 m. une pente très douce avec un léger replat, puis la pente plus forte (3 % exposition O-N-O), au sommet de laquelle apparaît la cuirasse.

Sur le replat, le profil sous la culture de caféiers est le suivant (III) :

de 0 à 120cm. : horizon formé par un limon ocre, légèrement plus gris en surface, de structure grumeleuse assez nette, riche en cailloux de quartz et concrétions ferrugineuses très irrégulièrement disposés à travers tout l'horizon, nombreux en certains lits, beaucoup moins ailleurs.

de 120 à 180cm. : horizon limoneux, rouge, semblable à l'horizon supérieur du profil de forêt.

en dessous de 180 cm.: horizon argileux, compact, rouge foncé à taches violettes, ou ocre ou claires, semblable à l'horizon profond du sol sous forêt.

Le processus d'évolution du sol nous paraît avoir été le suivant: sous forêt, se forme un sol latéritique à concrétion (II) comportant en profondeur un horizon très riche en oxydes de fer et d'alumine, et déjà durci par places. L'érosion, par nappes, est, alors, très faible.

Après disparition de la forêt, le sol est maintenu très peu couvert (de graminées qui meurent en saison sèche) ou nu sous la culture. L'horizon supérieur est alors entraîné par érosion et vient se déposer en bas de pente (profil III). L'horizon compact est ainsi amené en surface. Il peut s'enrichir encore, par évaporation, en oxydes métalliques. Par déshydratation, il durcit et donne naissance à la cuirasse latéritique (profil I).

Au fur et à mesure de ce durcissement, les caféiers et le peu de végétation qui s'étaient maintenus disparaissent; la tache s'accroît, la cuirasse s'étend.

Ainsi, en une trentaine d'années, s'est formée, par érosion et déshydratation irréversible (pectisation) une cuirasse latéritique très dure. Pour empêcher ce phénomène de s'étendre encore, il faut arrêter l'érosion et couvrir le sol, tout autour de la zone de cuirasse, par un paillage très épais qui diminuera l'échauffement du sol et sa déshydratation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) LACROIX, A : Les latérites de Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés. — Nouv. Arc. Muséum, 5me série, V, 1913, 255-356, 43 phot. h. t.

AUBERT, G.: Les sols des régions tropicales de la France d'outre-mer. — Conf. nat. agr. for Territoires Outre-Mer, Paris, 1944, 11 pp.

(2) CHETELAT, E. DE : Le modelé latéritique de l'Ouest de la Guinée française. — Rev. Géo. Phys. Géol. dyn., XI, I, 1938, 5 a 120, 20 fig., 1 pl., 1 c. h. t.

SCAETTA, H. : Rôle des cuirasses latéritiques dans l'évolution ultérieure des sols sous-jacents C. R. Soc. Biogéogra. XV, 1938, 126, 26 à 27.

(3) SCAETTA, H. : Sur la genèse et l'évolution des cuirasses latéritiques — Id 125, 14 à 18.

AUBERT, G. : Sur le rôle de la cuirasse ferrugineuse comme roche-mère de nouveaux sols — Comm. Conf. Sols tropicaux, Rothamstead 1948

(4) AUBERT, G. : Les sols d'Afrique Occidentale Française. — Encyclopedie Coloniale (à paraitre).

(5) CHEVALIER (A.) : Points de vue nouveaux sur les sols d'Afrique tropicale, sur leur dégradation et leur conservation. Origine et extension des latérites et des carapaces ferrugineuses. Lutte contre la stérilisation des sols africains — Rev. int. Bot. appli. Agric. Trop, Jan Fév. 1948, 303-304, 49 à 66.

(6) MEULENBERGH, J.: L'Afrique Centrale, terre qui se régénère — C. R Conf péd. Médit Montpellier-Alger 1947. Paris. Berger-Levrault, 1948, 355

AUBERT, G., et MAIGNIEN, R · Les sols du Senégal au Nord de la Gambie Britannique. — C. R. Conf. Péd. Médit Montpellier-Alger, 1947 Paris, Berger-Levrault, 1948, 358-370.

(7) MANGENOT, G., MIÈGE, J. et AUBERT, G. : Sur les éléments floristiques de la forêt de Basse Côte d'Ivoire. — C. R Soc Biogéog. Mai 1948.

PROCES-VERBAUX DES SEANCES DE LA DEUXIEME SECTION

CAUSES ET MANIFESTATIONS DE LA DEGRADATION DES SOLS

1re Séance

Le 8 novembre 1948, à 14 h 30

En l'absence de M. GRILLO, M DA COSTA assume la présidence

Etant donné que chacun a pu prendre connaissance des rapports presentés, le PRÉSIDENT suggère qu'un simple résumé soit expose, résume qui mettrait l'accent sur les points saillants des communications. Apres quoi, l'assemblée pourrait entamer la discussion de chacune d'elles Enfin, il rappelle que la section doit fournir un travail fructueux et présenter des conclusions et, si possible, des suggestions, qui seront soumises au Comite des Résolutions

PROCEEDINGS OF THE SESSIONS OF THE SECOND SECTION

CAUSES AND SIGNS OF SOIL DEGRADATION

1st Sitting

November, the 8th 1948, at 14:30 hrs.

In Mr GRILLO's absence the chair is taken by Mr DA COSTA.

As everyone has in hand the papers that are to be presented the CHAIRMAN suggests that only a short summary be read, which would bear out the essential points of the communications The assembly might come afterwards to the discussion of each of them in turn He reminds the audience that the debates must bear fruit and that, eventually, suggestions are to made, which are to be presented to the Recommendation Committee.

Communication n 33 : A CHEVALIER

presentee par M VAILLANT

A la fin de cet expose, M. LE PRESIDENT signale qu'il n'y a pas lieu de s'étendre ici sur les sens différents attribues aux termes « latérite » et « latéritique ». Cette question sera discutée a la première section

M AUBRÉVILLE estime que l'article de M CHEVALIER traite surtout de pedogénese. Il désire attirer l'attention sur l'apparition en surface de carapaces de latérite ancienne. C'est là, selon lui, un simple phénomène d'érosion très répandu dans la région de l'Oubanghi-Chari (A E.F.) et, par contre, rare à Madagascar.

LE PRÉSIDENT signale l'existence du phénomène en Angola

M. GERMAIN fait remarquer que ces carapaces sont bien représentées dans le Haut-Uélé, sur la rive gauche du Bomu Il continue en demandant quelle serait l'origine de la mince couche de sol noir qu'on rencontre à la surface de ces formations.

M. LEBRUN expose qu'il s'agit d'un simple colluvionnement secondaire (dépôt d'un substrat organo-minéral);

introduced by Mr VAILLANT

At the end of this exposition, the CHAIRMAN informs that there is no need to discuss the different meanings of the word « laterite » this is being done in Section 1.

Mr AUBREVILLE thinks that Mr CHEVALIER's paper concerns mainly pedogenesis He calls attention to emergence of ancient ferruginous crusts, which is nothing but an erosion phenomenon, most frequent in Oubanghi-Chari (French Equatorial Africa), but of rare occurrence in Madagascar.

THE CHAIRMAN informs that the same phenomenon is observable in Angola.

Mr GERMAIN adds that these ferruginous crusts are frequently observable of the left bank of the river Bomu in Upper Uele (Belgian Congo). He inquires on what might be the origin of the layer of black soil that often covers them ?

Mr LEBRUN informs that it is due to a secondary colluvial deposit (deposit of an organo-mineral substrate) obser-

ce phénomène se rencontre ailleurs et notamment sur dalles granitiques. M. LEBRUN résume les débats en signalant que la formation de ces sols comporte trois phases :

1) Formation de la carapace latéritique; celle-ci serait très ancienne, sinon fossile, et pourrait même être appelée paléo-latérite;

2) Mise à nu par érosion;

3) Recouvrement par colluvionnement secondaire.

M. AUBRÉVILLE signale que l'accélération de l'érosion est due principalement aux feux de brousse et M. LEBRUN insiste sur le fait que le feu de brousse est un facteur indirect d'érosion.

vable in other places, such as on granite slabs. Mr LEBRUN sums up the discussions by stating that the formation of these deposits follows three stages :

1) Formation of the ferruginous crust, which is of great age, if not fossile, and might even be called « paleo-laterites »;

2) Emergeance through erosion;

3) The overlayering through secondary colluvial deposits.

Mr AUBRÉVILLE points out that the acceleration of erosion is mainly due to bush fires but Mr LEBRUN insists on the fact that bush fires are indirect erosion determinants.

Communication n° 18 : F. SABOUREAU

présentée par l'auteur.

LE PRÉSIDENT insiste sur une question de nomenclature; il demande ce que l'auteur entend par érosion verticale et si celle-ci est synonyme d'éluviation. Il y a accord sur ce point.

M. AUBRÉVILLE signale la rapidité avec laquelle disparaît le manteau forestier à Madagascar; il s'agit là d'un phénomène irréversible et qu'il croit unique en Afrique.

M. COLLEAUX fait observer que le phénomène de régression rapide de la forêt est également connu au Kivu et au Ruanda-Urundi : que des reculs d'un kilomètre par an, dus à l'attaque par les cultures indigènes, ont été signalés.

M. TATON fait remarquer que M. SABOUREAU envisage le recul dû aux feux de brousse.

Selon M. ROSSIGNOL, un recul de l'ordre d'un kilomètre ne peut avoir qu'un caractère très local.

M. LEBRUN met l'accent sur le fait capital signalé par M. AUBRÉVILLE : l'état d'instabilité de la forêt à Madagascar. Cette formation paraît beaucoup moins dynamique qu'au Congo; elle semble n'être qu'une relicte et se serait installée sous d'autres conditions de milieu.

LE PRÉSIDENT résume le débat en concluant à l'importance du recul de la forêt et à la déficience de son pouvoir de réinstallation à Madagascar.

introduced by the author.

THE CHAIRMAN stresses on a question of nomenclature and inquires, whether, what is meant by vertical erosion is not a synonym of eluviation. Agreement is got on that point.

Mr AUBRÉVILLE calls attention to the speed of disappearance of the forest-mantle in Madagascar; the phenomenon is irreversible and perhaps unique in Africa.

Mr COLLEAUX observes that the fast disappearance of forest-mantles is known in Kivu and Ruanda-Urundi, and in some instances retrogressions, due to native cultivation, of one kilometre per annum are known.

Mr TATON calls attention to the fact that Mr SABOUREAU has in mind retrogression through bush fires.

According to Mr ROSSIGNOL the retrogression of one kilometre is only of very local occurrence

Mr LEBRUN emphasizes the capital point stressed by Mr AUBRÉVILLE : the instability of the forest-mantle in Madagascar. This vegetal formation appears far less potent than in the Congo; it is apparently a relic and may have evolved under other conditions of environment.

THE CHAIRMAN summarizes the exchange of views and comes to the conclusion of the important retrogression of the Madagascaran forest and its impotency to recover.

Communication n° 19 : M. P. SEGALEN

présentée par M. SABOUREAU.

LE PRÉSIDENT signale que la note soulève des points intéressants au sujet de la pédogénèse qui relève de la première section.

La conclusion de la note semble être que le meilleur moyen de lutte est d'ordre biologique (reboisement).

M COLLEAUX demande si le reboisement est particulièrement indiqué dans un pays où la forêt naturelle se maintient si mal.

M AUBRÉVILLE répond que le reboisement est parfaitement possible, notamment avec des essences exotiques (Eucalyptus, Acacia dealbata). Il insiste sur l'importance des surfaces dénudées et donne quelques détails sur la formation des lavaka.

introduced by Mr SABOUREAU.

THE CHAIRMAN points out that the note raises many interesting points in pedogenesis, which comes under the heading of the first section.

In conclusion the best method of control appears to be biological in nature (reafforestation)

Mr COLLEAUX questions whether reafforestation in really the best method, taking for granted the instability of the natural forests.

Mr AUBRÉVILLE rejoins that reafforestation is perfectly possible with exotic species (Eucalyptus, Acacia dealbata). He insists on the importance of denuded surfaces and gives some details on the « lavaka » formations.

Communication n° 73 : M. HUMBERT

présentee par M SABOUREAU

M LEBRUN fait remarquer que le qualificatif « exceptionnel » utilisé par M. HUMBERT est certainement correct pour Madagascar Toutefois, sans considerer les feux de brousse comme un facteur normal du milieu, il estime que les feux naturels sont plus fréquents qu'on le croit. Les observations realisées au P.N A. et ailleurs le montrent clairement Il n'empêche que le feu courant, artificiel ou naturel, est la consequence d'une extension des savanes herbeuses, *toujours induites par l'homme.*

M AUBRÉVILLE fait remarquer que Madagascar lui parait être le pays le plus attaqué par l'érosion, de toute l'Afrique.

M. STANER demande quelles sont les mesures législatives et coercitives prises à Madagascar pour lutter contre les feux de brousse et quelles sont les méthodes les mieux eprouvees par la pratique

M. AUBRÉVILLE repond que l'on a obtenu des résultats locaux par des mesures de surveillance et grâce aux pare-feu. Des résultats pourraient être obtenus par l'éducation des masses indigènes.

Actuellement, le meilleur palliatif semble être le brûlage précoce

LE PRÉSIDENT résume comme suit les discussions relatives à Madagascar:

1) Forme spéciale de l'érosion,

introduced by Mr SABOUREAU

Mr LEBRUN notes that the adjective « exceptional » employed by Mr HUMBERT is perfectly correct with regards to Madagascar. However, without taking bush fires as normal to the environment, he thinks that they are much more frequent than generally supposed The data collected in National Park Albert and elsewhere clearly support this proposition. However, running fires, natural or artificial, is a sequel of extensions of grass savannah *obtained through human contingencies.*

Mr AUBRÉVILLE remarks that Madagascar, appears to him as the country the most affected with erosion, of all Africa.

Mr STANER inquires which are the legislative and coercive measures of control that have been promulgated to control bush fires and which have been the best practical methods.

Mr AUBRÉVILLE replies that results have been obtained locally by fire-watching and fire-breaks. Results might be obtained by educating the natives.

The best palliative appears to be early-burning.

THE CHAIRMAN sums up the debates about Madagascar :

1) Special form of erosion;

2) Manque de dynamisme de la forêt;

3) Impraticabilité des moyens mécaniques de la lutte contre l'érosion;

4) Nocivité des feux de brousse;

5) Délimitation des zones à vocation forestière, pastorale et agricole.

LE PRÉSIDENT demande ensuite aux délégués de Madagascar si les terres agricoles sont suffisantes pour la population existante.

M. AUBRÉVILLE répond affirmativement et estime que l'aménagement des vallées en rizières suffirait pour l'alimentation indigène.

M TATON ayant signalé les difficultés que soulèvent les déplacements des populations, M. SABOUREAU répond que ceux-ci n'atteindront qu'une faible partie de la population (moins de 1 %) et seront de courte distance.

2) Lack of potency of the forest;

3) Impracticability of mechanical means of erosion control;

4) Banefulness of bush fires;

5) Demarcation of zones of sylvan, pastural and cultivational allocations

THE CHAIRMAN inquires of the delegates from Madagascar whether the agricultural soils are sufficiently extensive to support the population.

Mr AUBRÉVILLE thinks so and also that the appropriation of valleys into irrigated rice fields which would easily support the population

Mr TATON points out the difficulties raised by the displacement of populations. Mr SABOUREAU replies that it will affect less than 1 % of the population and only for short distances.

Communication n 133 : CH BOUVET

présentée par M. TATON.

Après lecture de la note, l'assemblée estime que sa discussion relève plutôt de la troisième section et propose de la lui soumettre

introduced by Mr TATON.

The assembly is of opinion that the discussion of this note is matter for the 3rd Section and suggest to refer it to them.

2e Séance

Le 13 novembre 1948, à 14 h 30

2nd Sitting

November, the 13th 1948, at 14 30 hrs

Communication n° 132 : V. DRACHOUSSOFF

présentée par M COLLEAUX.

LE PRÉSIDENT se demande si l'ascension de la couche ferrugineuse compacte signalée par l'auteur n'est pas plutôt le résultat d'une diminution de la couche superficielle.

M. COLLEAUX souligne qu'il est assez rassurant de prendre connaissance des conclusions optimistes de l'auteur et qu'il lui semble intéressant de retenir que la terre, en Afrique, peut parfois posséder une grande faculté de résistance aux agents dégradateurs.

M. BECKMAN signale qu'un cas analogue de terrain exploité à l'extrême, depuis des décades, sans dégradation grave apparente, est connu près d'Astrida (Ruanda) : une population de plus de 1 000 âmes vit sur à peine 1 km. carré (colline de Save)

introduced by Mr COLLEAUX

THE CHAIRMAN questions whether the upheaval of the ferruginous crust mentioned by the author is not in fact an erosion of the overlaying soil.

Mr COLLEAUX registers the reassuring conclusions that soils may some times be endowed, in Africa, of a high degree of resistance to degradation

Mr BECKMAN informs that a similar case of an extreme exploitation of the soil without any apparent injurious effect is known from near Astrida (Ruanda): a population of more than a hundred souls live on, barely, a square kilometer (Save Hill).

Communication n° 116 : E. L. De Lapersonne

Communication n° 26 : A. Vaillant

présentées par M. Vaillant.

A propos de la note n° 116, M. le Président se demande si le terme « latérite » est bien celui qui convient pour les sols en question, notamment lorsque l'auteur parle du rôle de l'Imperata et du Paspalum dans leur formation.

Selon M. Gilbert, il s'agirait plutôt d'un horizon induré.

M. le Président partage son avis et émet le vœu que les termes « latérite », « latéritique » et « latérisation » soient définis sans ambiguité. Ceci est du ressort de la première section

A propos de la note n° 26, M Beckman demande si les terrasses faites au moyen de murets par les indigènes se sont horizontalisees par la culture ou ont eté établies comme telles

M. Colleaux precise que, au Kivu et au Ruanda-Urundi, on obtient la formation des terrasses par simple materialisation des courbes de niveau par des haies arbustives continues et permanentes.

Ces haies ont pour effet d'interrompre la progression du labour vertical que l'indigène pratique avec la houe

C'est ce labour, lui-même, toujours orienté du bas vers le haut, qui forme progressivement la terrasse entre les haies successives

Apres quelques saisons apparait un véritable gradin a l'aval immediat de la haie et ce, sans qu'il y ait eu des travaux de terrassement proprement dits.

M. Colleaux demande si les terrasses incluses dans les murets se sont formées de la même façon par surélévation progressive, ou si elles ont nécessité des travaux de terrassement

M. Vaillant répond que les terrasses sont très anciennes et de construction antérieure à l'arrivée des Européens.

M Gilbert voudrait savoir si ces terrasses sont cultivées chaque année

M. Vaillant répond par l'affirmative et précise que les indigènes ont amélioré le sol par la fumure et la pratique de la jachère.

introduced by Mr Vaillant.

Concerning note n° 116, the Chairman questions whether « laterite » is the proper term to use, specially when the author speaks of the role of Imperata and Paspalum in their formation.

According to Mr Gilbert it is rather an indurated horizon.

The Chairman subscribes to this opinion and expresses the desirability of non-ambiguous definitions of the terme « laterite-lateritic » and « laterisation », but this is the business of the 1° Section.

Concerning note n 26, Mr Beckman questions whether in the terracing done by the natives by means of contour banking the terraces have been established straight away or have they gradually formed themselves naturally in the course of cultivation.

Mr Colleaux specifies that, in the Kivu and the Ruanda-Urundi, the contours are materialized by shrub and hedge plantings.

These hedges put an obstacle to up hill hoeing as is usually practiced by the natives

It is by this method of hoeing that the terraces are gradually formed between the hedges.

After a few years, real ridges are obtained beneath the hedges without properly speaking, any terracing having been carried out.

Mr Colleaux questions whether the terraces were got in the same manner or by man-labour

Mr Vaillant replies that the terraces are of a great age and preexisted to the arrival of the Europeans

Mr Gilbert asks if these terraces are under uninterrupted cultivation

Mr Vaillant replies in the affirmative and states that the natives have improved the soil through manuring and fallowing.

LE PRÉSIDENT fait ressortir l'intérêt que présente l'ancienneté de ces terrasses et le fait qu'elles ont été établies par les indigènes antérieurement à l'arrivée du colonisateur.

THE CHAIRMAN stresses the interest of the great age of these terraces and the fact, that they have been established before the arrival of the Europeans.

Communication n° 110 : Service de l'Agriculture de la Côte d'Ivoire

présentée par M. ALBA.

M. ALBA estime que la culture du riz de montagne devrait être interdite et remplacée par la culture du riz de marais.

M. FRANZINI demande si la saison sèche est suffisante et si elle est assez ensoleillée pour la culture du riz en marais.

M. ALBA répond affirmativement en insistant sur le fait que la culture du riz de montagne est essentiellement destructrice de forêts et non rémunératrice.

M. SABOUREAU signale une situation analogue à Madagascar.

introduced by Mr ALBA.

Mr ALBA is of the opinion that lowland rice should displace highland rice and the cultivation of the latter forbidden.

Mr FRANZINI asks whether the dry season is of long enough duration and sufficiently sunny.

Mr ALBA replies in the affirmative and insists that upland-rice is destructive of forests and non-remunerative.

Mr SABOUREAU informs of a similar situation in Madagascar.

Communication n 74 : M. GUILLOTEAU

présentée par M ALBA.

M. FOGGIE fait remarquer que la situation décrite pour l'Afrique Occidentale Française et le Cameroun est similaire à celle de la Côte de l'Or.

introduced by Mr ALBA

Mr FOGGIE remarks that the situation described for French West Africa and the Cameroons is similar to that in the Gold Coast

Communication n' 172 : L COLLEAUX

présentée par l'auteur.

M. ALBA signale ensuite que l'Afrique Occidentale Française est relativement pauvre en houille blanche.

M. VAILLANT fait observer qu'un grand barrage est actuellement en construction au Cameroun.

Sur une question de M ALBA, M. COLLEAUX précise que son projet de législation s'applique à toute puissance et à tous les cas d'utilisation d'énergie des cours d'eau, mais qu'il a surtout voulu faciliter la petite utilisation par les colons et les privés.

Vu l'heure tardive, LE PRÉSIDENT propose de remettre la suite de la discussion à la séance suivante

introduced by the author.

Mr ALBA states, next, that French West Africa is relatively poor in hydraulic power

Mr VAILLANT informs that a big barrage is actually under construction in the Cameroons.

Upon a question put by Mr ALBA, Mr COLLEAUX details that the contemplated legislation concerns all forms of hydraulic power and its use but it is primarily intended to promote and facilitate its utilization by settlers and private people.

Because of the late hour, THE CHAIRMAN suggests to resume the discussion at the next sitting.

3e Séance

Le 14 novembre 1948, à 9 h.

3rd Sitting

November the 14th 1948, at 9 hrs

Communication n° 28 : E. Robin

présentée par M. Alba.

M. Foggie demande s'il est certain que la région d'Anecho était boisée.

M. Aubréville répond que cette région jouit du même climat que la Gold Coast, mais que la forêt a probablement disparu depuis longtemps, et qu'elle n'existait plus à l'arrivée des Européens.

introduced by Mr Alba.

Mr Foggie queries whether there is any certainty that the Anecho region was covered by forests.

Mr Aubréville replies that this region enjoys the same climate as the Gold Coast, but that the forests have probably disappearared long ago, they had certainly done so at the arrival of the Europeans

Communication n° 24 : R. Ruyssen

présentée par M Alba

M. Collier signale que l'idée d'arrêter l'extension du desert vers le Sud par un rideau forestier continu a été abandonnée.

M. Alba demande si cette methode n'a rien donne en Nigérie.

M Collier estime qu'il est préférable de recourir à des blocs forestiers répartis à l'intérieur du pays, plutôt qu'à un cordon continu dont l'action est trop localisée

introduced by Mr Alba

Mr Collier remarks that the idea of stopping the progress of the desert in a southerly direction by a continuous forest belt has been abandoned since long ago

Mr Alba questions whether this method has not yielded any results in Nigeria

Mr Collier believes that it is better to have recourse to a system of forest blocks, distributed in the interior, rather than to a continuous belt, which has only a very local effect

Communication n° 71 : Bellouard

présentée par M Alba

Le President signale que cette note presente un grand interêt au point de vue pedologique.

introduced by Mr Alba

The Chairman remarks that this communication is highly interesting from a pedological point of view

Communication n° 103 : G. Aubert — R. Maignien

présentée par M Alba

M. Aubréville attire l'attention sur le fait qu'il ne suffit pas de lutter contre l'érosion par des moyens mecaniques, mais encore qu'il est necessaire d'améliorer la structure et la cohesion du sol par apport de matières organiques

introduced by Mr Alba.

Mr Aubréville stresses the fact that control of erosion by mechanical means alone is insufficient but that improvement of soil by enrichment with organic matter is also needed

Communication n° 42 : F. C. Deighton

présentée par M. Foggie.

M Aubréville fait remarquer que l'auteur insiste particulièrement sur l'effet de la culture du riz dans la destruction de la forêt de montagne

Le même phénomène s'observe en Guinée Française. Il poursuit en proposant l'interdiction de la culture du riz de montagne sur les pentes boisées.

Le Président propose de preparer un projet de résolution

introduced by Mr Foggie

Mr Aubréville remarks that the author insists especially on the injurious effect of rice cultivation on mountain-forests; the same phenomenon is observable in French Guinea He suggests that this crop be forbidden on steep forested slopes

The Chairman requests Mr Aubréville to prepare a Recommendation to this effect.

Communication n° 172 : L. COLLEAUX (suite)

A la demande du PRÉSIDENT, la discussion de la communication n° 172 de M. COLLEAUX, entamée à la séance précédente, est reprise.

M. COLLEAUX terminant sa note par la proposition d'un vœu qu'il soumet à l'approbation de l'assemblée, une discussion générale s'ouvre où interviennent MM. AUBRÉVILLE, CHORLEY, COLLIER, ALBA, DUFF et LEBRUN

RECOMMANDATION

« Considérant l'indéniable nécessité de prévenir dans la plus grande mesure possible l'exploitation abusive du couvert forestier en vue de maintenir la stabilité et la fertilité des sols, considérant, d'autre part, que dans les régions à taux de boisement peu élevé, il est indispensable d'épargner les produits de la forêt, la 2e section adopte le projet de résolution suivant :

» Il est d'intérêt public d'utiliser au maximum, là ou la chose est techniquement réalisable, l'énergie des cours d'eau; il incombe, par conséquent, aux pouvoirs publics de promouvoir l'exploitation logique de cette source d'énergie par tous moyens adéquats. »

L'assemblée vote et approuve ce texte à l'unanimité.

M AUBRÉVILLE présente ensuite un projet de motion qui lui a été demandé et dont le texte suit

« La Conférence, constatant, d'une part, que la culture du riz dit « de » montagne » sur des pentes raides boisées, telle qu'elle est pratiquée dans certains pays, est fréquemment à l'origine de savanes fort étendues se substituant à des massifs forestiers, ainsi que la cause de la dégradation des sols alors que, d'autre part, des vallées se prêtant à la culture du riz dit « de » marais » restent en friche, émet la recommandation

» D'interdire, d'une part, la culture du riz non établie en terrasses sur les pentes boisées de montagne et, d'autre part, de promouvoir ou d'accélérer l'aménagement des rizières dans les vallees »

Cette recommandation est adoptée à l'unanimité.

La séance est levée à 12 h. 15.

At THE CHAIRMAN's request discussion of Mr COLLEAUX's communication n° 172 is resumed.

Mr COLLEAUX ends his communication by proposing a draft Recommendation which he submits to the assembly. An involved discussion ensues, to which Messrs AUBRÉVILLE, CHORLEY, COLLIER, ALBA, DUFF and LEBRUN partake.

RECOMMENDATION

The Assembly adopts the following recommendation .

« Considering, on the one hand, the undeniable necessity of preventing, in the widest possible meaning, the abusive exploitation of the forest cover in view of the maintenance of soil stability and fertility, considering, on the other hand, that in the regions with little forest cover it is indispensable to spare the produce of the forest, the second section adopt the following draft recommendation ·

» It is in the public weal to utilise to the fullest extent all hydraulic power wherever this is technically possible. It incumbs therefore to all public bodies to promote the logical exploitation, of this source of energy by all adequate means. »

The assembly votes and approves this text unanimously

Mr AUBRÉVILLE, then introduces a draft recommendation which was requested from him ·

« The Conference, considering, on the one hand, that the cultivation of « mountain rice » on steep wooded slopes as practiced in certain countries is frequently at the origin of extensive savannahs on forest lands and also that on the other hand valleys lending themselves to the cultivation of « irrigated rice » are left derelict, proposes the following recommendation

» To forbid on the one hand the cultivation of rice on non-terraced wooded moutain slopes and on the other hand, to promote or hasten the appropriation of valleys to irrigated rice cultivation. »

The Recommendation is adopted unanimously

The sitting is adjourned à 12:15 hrs.

4e Séance

Le 14 novembre 1948, à 14 h. 30.

Communication n° 22 : A. AUBRÉVILLE

présentée par l'auteur.

M. BERNARD demande si l'auteur, quand il parle de « l'état boise intégral », envisage uniquement l'Afrique tropicale ou le continent entier. Selon lui, en effet, il y a toujours eu des déserts sur le continent.

M. AUBRÉVILLE partage cet avis et précise qu'il n'a envisagé que l'Afrique tropicale à longue saison sèche

M. FOGGIE demande s'il y a des differences entre les flores des savanes récentes et celles des savanes anciennes

M. AUBRÉVILLE répond que la chose est normale et résulte de l evolution de la formation « savane » Il ajoute que les savanes soumises aux feux de brousse annuels s'uniformisent en vieillissant Il dit aussi que. en fait d'evolution de la formation végetale en correlation avec l'écologie, on note un certain retard entre les modifications de la première par rapport à la seconde.

M ALBA desire savoir s'il est possible de reconstituer la forêt sèche dense

M AUBRÉVILLE repond affirmativement.

M GILBERT pense qu'il faut peut-être rechercher dans les facteurs anthropiques l'explication du manque de concordance qui peut apparaitre entre une formation végétale et le climat correspondant

M AUBRÉVILLE rappelle qu'il le dit dans sa note en parlant de l'action sur la vegetation des feux allumés par l'homme

M. BERNARD demande dans quelle mesure les études des ethnologues et des préhistoriens confirment la theorie de l'auteur et si, notamment, on a une idée de la densite humaine en Afrique depuis le quaternaire.

M. AUBRÉVILLE répond qu'il ne faut pas une population dense pour détruire la forêt sèche par le feu.

Communication n° 36 : R. SCHNELL

présentée par M ALBA

M. FOGGIE s'enquiert si les carapaces

4th Sitting

November the 14th 1948, at 14.30 hrs

Communication n° 22 : A. AUBRÉVILLE

introduced by the author

Mr BERNARD questions the author, whether when he mentions « fully wooded conditions », he considers only tropical Africa or the whole continent. In his view deserts have always existed on this continent.

M. AUBRÉVILLE shares this view and specifies that he only considers tropical Africa where long dry spells prevail

Mr FOGGIE asks what differences there are between the floras of recent and old savannahs

Mr AUBRÉVILLE replies that this is but normal and springs from the evolution of savannah formations and adds that savannahs fired year by year get uniform in time; further as far as evolution of the vegetal formation in correlation with ecology in concerned one may observe a delay between the modifications of the first in relation to the second

Mr ALBA asks if it is possible to reconstitute dense dry forests.

Mr AUBRÉVILLE replies affirmatively

Mr GILBERT queries whether anthropic factors might not explain the lack of correspondence that may appear between vegetal formations and corresponding climates

Mr AUBRÉVILLE reminds the statements in his note on the effect of man-lit fires on the vegetation.

Mr GILBERT inquires whether ethnologists and prehistorians have brought any confirmation of the author's theory, and specially, if one may have any idea of the population density in Africa at the quaternary.

Mr AUBRÉVILLE replies that a dense population is not required to obtain a rapid destruction of dry forest by fire

Communication n° 36 : R. SCHNELL

introduced by Mr ALBA.

Mr FOGGIE asks if the original cara-

originales signalées sont dures ou non. Selon l'auteur, oui.

M. AUBRÉVILLE dit que des carapaces ferrugineuses extrêmement dures existent même sous forêt.

M. GERMAIN demande pourquoi les carapaces sont surtout signalées au Nord de l'équateur.

M. BERNARD croit qu'il faut en trouver l'explication dans la dissymétrie climatique de l'Afrique. La formation des carapaces latéritiques étant induite d'après les spécialistes par l'ascension de l'eau et la précipitation de sels, attesterait l'existence d'une saison sèche de plusieurs mois associée à un haut pouvoir évaporant de l'atmosphère pendant une certaine époque de l'année.

Or, les influences océaniques sont plus marquées au Sud du Continent. Au Nord, où le Sahara existerait depuis quelque 25.000 ans, on a un climat plus désertique et, au Sud, un climat plutôt sub-humide.

LE PRÉSIDENT signale la présence en Angola de vastes formations de carapaces latéritiques et M. AUBRÉVILLE rappelle que des vestiges s'en rencontrent encore à Madagascar.

LE PRÉSIDENT fait encore remarquer que, selon Mohr, des carapaces latéritiques peuvent se former sous la forêt aux Indes Néerlandaises.

M. AUBRÉVILLE insiste toutefois sur les caractères fossiles ou anciens indéniables que présentent les carapaces latéritiques sous forêts africaines

paces mentioned are hard or not. According to the author, they are.

Mr AUBRÉVILLE states that the ferruginous carapaces, even extremely hard ones, exist under the forest.

Mr GERMAIN asks why the carapaces are more frequent north of the equator.

Mr BERNARD thinks that this is explainable by the asymmetry in the climates of Africa. The formation of ferruginous carapaces being the consequence, according to specialists of the ascension of ground-water and the precipitation of salts, would attest of the existence of dry spells, over a period of several months within the year, associated to a high evaporating power of the atmosphere

Now, the southern part of the continent is greatly influenced by the oceans with a resultant sub-humid climate whereas the northern part, where the Sahara seems to have been in existence since the last 25.000 yearns, suffers a desertic climate

THE CHAIRMAN remarks that in Angola extensive lateritic carapaces are present. Mr AUBRÉVILLE reminds that they are also to be found in Madagascar.

THE CHAIRMAN further remarks that according to Mohr, ferruginous carapaces can appear under forests in the Dutch East Indies

Mr AUBRÉVILLE nevertheless insists on the undeniable great age of the ferruginous carapaces under the African forest which are, if not fossile, at least of high antiquity.

Communication n° 112 : J. ADAM

présentée par M. ALBA.

introduced by Mr ALBA.

Communication n° 65 : F FOURNIER — S. HENIN

présentée par M. FRANZINI.

M AUBRÉVILLE trouve la communication fort théorique et que les auteurs attachent trop d'importance à la pluviosité et pas assez à la nature du sol.

M. BERNARD souligne l'intérêt de l'idée générale présidant à ce travail et qui est d'estimer la vitesse moyenne de l'érosion dans une période déterminée, à la surface d'un bassin hydrographique, par la mesure de la turbidité des eaux d'un cours d'eau.

M. BERNARD estime la méthode simple et élégante et souligne l'intérêt qu'il y aurait d'accomplir semblables

introduced by Mr FRANZINI.

Mr AUBRÉVILLE thinks this communication highly theoric and that the authors put too much emphasis on pluviosity and not enough on soil nature.

Mr BERNARD stresses the interest of the general idea presiding on this work, which is to the effect of determining the mean speed of erosion for an hydrographic basin within a given time by measuring stream turbidity

Mr BERNARD is of the opinion that this is a simple and efficient procedure and stresses the importance of car-

observations en relation avec les Services de l Hydrologie.

M. COLLEAUX insiste sur la nécessité d'opérer ces prélèvement en de nombreux endroits et à des intervalles de temps fréquemment répétés, ceci en vue d'éliminer les causes d'erreurs qui sont extrêmement nombreuses (grande variabilité de la turbidité d'un cours d'eau en des points différents et à des moments différents).

rying out such studies in cooperation with the hydrological services.

Mr COLLEAUX insists on the necessity of frequent sampling, in time and space, with a view to eliminating the causes for errors which are many great variability, in space and time, of stream discharge and turbidity).

Communication n° 66 : G. AUBERT

présentée par M FRANZINI.

M. AUBRÉVILLE relève que l'auteur signale qu'une carapace ferrugineuse peut se former en 35 ans Quant à lui, il estime que de telles affirmations devraient s'appuyer sur des observations très nombreuses et qu'il doit être tenu compte des conditions au départ

LE PRÉSIDENT abonde dans le meme sens

M FOGGIE signale des faits similaires en Gold Coast

introduced by Mr FRANZINI.

Mr AUBRÉVILLE points out that the author mentions that ferruginous carapaces can form themselves within 35 years As far as he is concerned, he thinks, that such statements, should be backed by repeated observations, and that the initial conditions must be taken into account.

THE CHAIRMAN agrees with Mr AUBRÉVILLE

Mr FOGGIE says that similar facts have been noted on the Gold Coast

---

RAPPORT GENERAL DE LA 2e SECTION
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS
GENERAL REPORT OF THE SECOND SECTION
CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

LE PRÉSIDENT donne ensuite lecture d'une motion présentee par MM BECKMAN et GERMAIN

Après discussion, elle est admise dans les termes suivants

« Il ressort de la discussion des differents exposés que les mesures antiérosives d'ordre mécanique préconisées pour les sols cultivés et pâturés ne peuvent à elles seules résoudre le problème et qu'il y a lieu d'envisager avant tout des moyens de lutte d'ordre biologique et social tant preventifs que curatifs »

LE PRÉSIDENT remercie ses collaborateurs et les participants et déclare la session terminée.

M LEBRUN remercie M. BOTELHO DA COSTA au nom du Comité et des participants, pour la façon habile et pleine de tact dont il a assumé la présidence et mené les débats.

THE CHAIRMAN then reads a motion introduced by Messrs BECKMAN and GERMAIN

After the ensuing discussions, this motion is accepted as follows

« It appears from the discussions of the various papers that the mechanical measures of erosion control as preconised for arable soils or pasture lands cannot alone solve the problem of soil conservation, preeminence must be given to those of biological and social orders whether as preventives or curatives »

THE CHAIRMAN wishes to thank his collaborators as well as the deleguates, and ends by declaring that the session has accomplished its work.

Mr LEBRUN thanks Mr BOTELHO DA COSTA, in the name of the Committee and of the deleguates, for the splendid way in which he lead the debates

Il sait gré, également, à tous ceux qui ont participé aux travaux de la deuxième section.

RESOLUTION
proposée par M. GERMAIN

Il ressort de la discussion des différents exposés que les mesures antiérosives d'ordre mécanique préconisées pour les sols cultivés et pâturés ne peuvent à elles seule résoudre le problème et qu'il y a lieu d'envisager avant tout des moyens de lutte d'ordre biologique et social tant préventifs que curatifs.

RESOLUTION
proposée par M. AUBRÉVILLE

La Conférence, constatant que la culture du riz dit « de montagne » sur des pentes boisées, telle que pratiquée dans certains pays, a souvent pour résultat la destruction définitive de la forêt, qu'elle est ainsi cause de la disparition de massifs forestiers considérables remplacés par des savanes nues et de la dégradation des sols, alors que les vallées ou pourraient être cultivées des variétés de riz, dit « de marais » ne sont pas utilisées, émet le vœu :

« Que cette culture, non terrassée du riz, sur les pentes des montagnes boisées, soit interdite et que soit entrepris ou accéléré l'aménagement des vallées en rizières. »

RESOLUTION
proposée par M COLLEAUX

Considérant l'indéniable nécessité de prévenir dans la plus grande mesure possible l'exploitation abusive du couvert forestier en vue de maintenir la stabilité et la fertilité des sols;

Considérant, d'autre part, que dans les régions à taux de boisement peu élevé, il est indispensable d'épargner les produits de la forêt,

L'assemblée adopte le projet de résolution suivant :

» Il est d'intérêt public d'utiliser au maximum, là où la chose est techniquement réalisable, l'énergie des cours d'eau,

» Il incombe, par conséquent, aux pouvoirs publics de promouvoir l'exploitation logique de cette source d'énergie par tous moyens adéquats ».

He also thanks all those who have taken part in the work of the second section.

RECOMMENDATION
introduced by Mr GERMAIN

It appears from the discussions of the various papers that the mechanical measures of erosion control cannot alone solve the problem of soil conservation; preeminence must be given to those of biological and social orders whether as preventives or curatives.

RECOMMENDATION
introduced by Mr AUBRÉVILLE

The Conference aware that the cultivation of upland rice on steep deforestated slopes, as practiced in certain countries, has resulted, in the majority of cases, in the total disappearance of forest-lands on considerable areas, these having been replaced by grasslands, whereas valleys lending themselves to the cultivation of irrigated rice are left derelict

« Recommends that this cultivation of upland rice be forbidden and that the cultivation of irrigated rice be prometed or extended »

RECOMMENDATION
introduced by Mr COLLEAUX

Considering, on the one hand, the undeniable necessity of preventing in the widest possible meaning the abusive exploitation of the forest-mantle with a view to the maintainance of soil stability and fertility and, on the other hand the need of sparing forest produce in regions with little forest cover.

The Assembly adopts the following draft Recommendation :

« It is in the public weal to utilize to the full est estent all hydraulic power wherever this is technically possible.

» It incumbs therefore to all public bodies to promote the logical exploitation of this source of energy, by all adequate means. »

TROISIEME SECTION

THIRD SECTION.

Les systèmes de Culture dans leurs rapports avec la Conservation des Sols

Cultural Systems in Relation with Soil Conservation

PRESIDENT *Chairman*	M. SAGOT.
SECRETAIRES *Secretaries*	MM. H. HENDRICKX. F. SMEYERS.

Technique anti-érosive

Anti-erosion technics

Liste des communications

The Technique of Anti-Erosion Operations

(THE ENGINEERING ASPECT OF SOIL CONSERVATION.)

by
J. J. O. PAZZI, Senior Engineer,
Department of Agriculture, Union of South Africa.

INTRODUCTION.

Amongst the peculiar conditions prevailing in the Union of South Africa, there are two major complex factors which require special study and consideration by the agricultural engineer engaged in the combat of soil erosion, namely :

(1) The *very inconsistent and erratic rainfall* resulting from the Union's topo-geographical position, its unreliability as regards annual quantity, intensity, distribution and effectiveness and the effect of these factors on the efficiency, costs and safety of anti-erosion measures and hydraulic structures generally.

(2) The battle against *haphazard exploitation of natural resources* characterising the agriculture of practically every young country as compared with the more stable agricultural practices of the old countries. Although power farming must be regarded as a contribution towards rational farming, its application in young countries — from the soil conservation point of view — cannot be accepted without caution.

In evolving a common denominator to these two factors, the need for an agricultural engineer with a thorough background of biological relations is undeniable. Unfortunately the theme as a whole cannot be covered by academic study and comprehension and it is only lengthy and diversified experience which ultimately forms the conservation engineer.

Today, the conservation engineer must of necessity trespass into the terrain of the field-and animal husbandryman, must challenge the defenders of the straight plough furrow, of rectangulars camps and rectangular lay-out generally. In exchange for the surrender of these customary simple practices, more often than not, he can only offer annoyingly meandering contour banks, curved fence lines, irregularly shaped sub-divisions. In respect of hydraulic structures he has to insist on safety margins, the costs of which often surpass that of the effective

portion of the structures. Because of the erratic rainfall, it may even be that such safety devices will not come into operation for a series of years, exposing him to criticism until two rains of five years' maximum intensity make their appearance in quick succession after a lapse of almost ten years' time.

Whereas in the old countries, as a rule, sunshine is the limiting factor in agricultural production, here in South Africa it is water. The engineer must, therefore, try to exploit all possible means to perfect the moisture economy. In order to reach the highest degree of economy the two phases of water conservation must be rigidly applied, viz.

(a) Prevention of run-off;

(b) Prevention of excessive surface evaporation.

Both these tasks are highly interlinked and it stands to reason that all biological measures should enjoy a high degree of priority over engineering measures, in fact, most engineering measures can neither reach nor retain 100 % effectiveness unless freely supported by biological measures, no matter whether contour bank systems, silt traps, storage dams, storm water disposal chutes or reclamation works are concerned. The health of the soil and its cover must, therefore, be the paramount collaborative aim of the whole agricultural team of pasture, animal and crop husbandrymen.

Increased run-off occurs from soils which have become tired as a result of humus depletion and advanced breakdown of crumb structure, whereby the infiltration rate is greatly reduced.

From the foregoing we have the phenomenon of surface encrustation resulting from raindrop splash, which is found both on pasture and plough lands as a result of overgrazing and overburning and unsound cultural practices.

Deterioration of soil in this way leads to increased surface evaporation. The combined effect of run-off and surface evaporation losses will lead to gradual desiccation, a sparser soil cover and may ultimately — aggravated by appreciable losses of fertile top soil — start the vicious cycle of « Verkarstung », a gradual change of fertile land turning into « bad land » and finally into desert.

In semi-arid areas and the coastal belts a similar cycle of deterioration is often set in motion by « wind blowing », whereby the finer plant-food-bearing soil particles are lost, leaving the coarser material as surface cover. Since the last mentioned is not stationary, but on and off in motion it acts as an abrasive, not only freeing and exposing lower fine particles for further loss but also killing seedlings — which could bring stability.

Soil conservation as a new science has not yet passed its infant stage. On account of the lack of long term experiments the relative extent of a number of phenomena in the natural water economy cycle is still obscure. It can be taken for granted that most agricul-

turists there is a fairly general tendency to underestimate the surface evaporation losses initiated by sun und wind. More surface cover, especially during the spring and early summer — the periods in which dry hot air, high intensity downpours and high velocity winds occur — would undoubtedly bring about a great improvement in water economy.

Hand in hand with the lowering of the effectiveness and reduced infiltration of the rainfall, we have to face the accumulation near the soil surface of salts detrimental to plant growth, which cause the gradual disappearance of the more delicate flora and the encroachment of the more « brak »-loving bushes and desert plants.

The engineering tasks in soil conservation and reclamation can thus be summarised as follows :

a. The hydraulic part of farm planning, consisting of control of run-off, impoundage, utilisation and/or safe disposal of excess water, whereby the highest degree of soil stability and safe utilisation is restored and maintained. This involves the design and execution of reclamation structures and major works at hydrological and topographical key points.

b. Improved siting and efficiency of farm buildings and structures with a view to minimising unnecessary mutilation of the soil and its cover and this contributing indirectly to soil stability.

c. The conservation of soil and moisture by the use of suitable cultivation, sowing and harvesting techniques and machinery.

STRUCTURES AND MEASURES SUPPORTING SOIL STABILITY.

(A) Direct Support : The Control of Run-off :

(1) CONTOUR OBSTRUCTIONS :

In the Union of South Africa, there is such a wide range of climatic conditions, topographical features and soil types that variations of design are required to obtain maximum results. The rainfall of more than 60'' along the eastern and southern escarpments diminishes to less than 5'' along the south-west coast. At the same time, the topography changes from mountainous to hilly in the east and gradually flattens out towards the west. The vertical interval in feet (V) between successive contour obstructions is primarily determined by the maximum rainfall intensity, biased by the prevailing percentage of slope (S) of the terrain and ranges from $V = S/4$ plus 2 to $V = S/2$ plus 3. The length of lateral deviation (i.e. length of countour banks) and concentration of storm water are subject to considerations of economy and the measures necessary to ensure the safe disposal of the effluence. As a general rule and after allowing for other influencing factors lengths of over 1200', 1500' and 1800' must be regarded as undesirable.

(a) TYPES OF CONTOUR OBSTRUCTIONS

All types of contours have one main aim, namely, to intercept storm water of scouring velocity and release it at safe, non-scouring speed.

Although the drainage type of earthen contourbank in cultivated lands and the interrupted contour on pastures are the most common types, there are a number of contour obstructions which incorporate additional aims. In brief the following types have been applied :

(i) The non-impounding drainage type with progressive gradient for cultivated lands; carrying capacity 4 to 12 cusecs, usually designed for 10 years' maximum frequency intensity.

(ii) The absorptive type for pastures, set out dead level with closed-in ends, adaptable to rather flat terrain with absorptive soil.

(iii) The bench type or true terrace, applied to rather steep and costly land. The whole strip between successive contours is levelled across in such a way that its outer edge is higher than its inner edge. If under irrigation, a uniform gradient is adopted lengthwise, the irrigation furrow then runs along the outer edge, whereas the waste channel coincides with the inner edge.

(iv) The interrupted contour bank, a dead level spreader structure on pasture only. Openings (spill way) staggered after the diamond mesh pattern.

(v) Contour barricades of stone, brush wood, wire mesh and combinations thereof, mostly for sensitive soils with sparse cover. The water percolates uniformly through the material and leaves the silt behind, which afterwards turns into a strip of enriched vegetation. They can be dead level or be graded to dispose part of the water laterally.

(vi) Grass strips between cultivated strips to act as absorptive spreaders in case concentration of storm water occurs on the cultived strips. Only recommended for fields in good condition.

(b) PROFILES OF CONTOUR OBSTRUCTIONS

The safest type of drainage contour bank is known as the Broad Base Terrace, with a pronounced channel along its upper edge. The bank is very flat in order to allow cropping of its entire area and almost unrestricted movement of machinery. On account of its width (24 to 30'), the relation between quantity of soil required for its construction and effective discharge capacity becomes uneconomical from 3 % to 4 % slope and steeper. Whereas formerly, terracer graders were thought almost indispensable, nowadays most of these banks are constructed by means of systematic ploughing.

Very much less safe contour banks are constructed by means of V shaped drag ditchers. They possess a narrow base (7' to 10') and a v-shaped narrow channel. Compared with that of the broad

base terrace, the full supply level of the narrow base contour is considerably higher above the surface and the consequences in case of breach are usually very serious. Because of its narrow crest, the margin of safety in respect of decay, trotting and burrowing by rodents it is unsatisfactory and most farmers, are converting them gradually into semi-broad base banks.

The foregoing two profiles are for cultivated fields. On pasture, ditcher-made banks may have a ditch above and below, provided the surface below the ditch is so even that no concentration can take place, otherwise additional correcting measures are required. In areas of low rainfall, the lower ditch is essential and is coupled to the openings mentioned already, to prevent « shadow effect », i.e. the dying of the vegetation below the banks as a result of being deprived of the occasional freshets.

(c) MAJOR DEVIATION BANKS

Very often, concentrated run-off from rocky ridges, railway and road culverts endangers the safety of ploughed lands below. The storm water should then be intercepted by major canals, set out on a non scouring gradient and guided to places where it can be utilised direct by means of a system of spreader contours, or alternatively it could be impounded for later use. In surveying such deviation canals, the selection of an appropriate friction factor, which is largely determined by the type of plant growth in the canal, is often very delicate In practice, it is almost impossible to strike the golden mean, since more often that not new canals produce scouring velocity, whereas after having become vegetated, they suffer from choking and dangerously reduced carrying capacity.

Major deviation banks also play an important part in the reclamation of gullies as will be seen later in this paper.

(2) ARTIFICIAL DESCENDING WATERWAYS :

Artificial descending waterways for the disposal of the effluence of series of contour banks have to be relied upon wherever there are no natural opportunities for the safe release of such storm water. They consist of chutes along the maximum slope, sunk slightly (6" to 9") into the ground, with perfectly levelled-off bottoms. They must be properly manured for the quick establishment of mat-forming grass, one to two years prior to the construction of the contour bank system so that the grass is well established by the time the chute has to take the water from the contour system. Since the water can only attain a depth of a fraction of a foot and the vegetative cover exercises a high resistance with no chance of soil losses, steep slopes can be negotiated safely. It is obvious that animals must not have free access to these waterways, and grazing, if any, should only be permitted during the close of the season.

(3) FLOOD WATER UTILISATION :

No matter how carefully the policy of « keep the water of the raindrops where it falls » is followed in contour planning, the infiltration rate of many soils is far too low to absorb all the water derived from rainfalls of high intensity, even if the time for infiltration is considerably lengthened by the presence of contour obstructions. The question of how to utilise such surplus water depends entirely on the type of farming. In the case of stock farming it can be utilised to provide temporary auxiliary drinking places in the various camps at well distributed points. This is done by interlinking the contour systems with or establishing graded deviation banks connected to small dams or water holes. Another very profitable way of using excess water is to irrigate low lying pastures for hay production to supplement winter grazing and replenish forage reserves against drought. In this case portions of the water are successively deviated from the centre line of the trough of the valley towards the flanks after the herringbone style by means of shallows graded furrows with very shallow interrupted banks. The arrangement of gradients and choice of cross sectional areas of these furrows and their spacing must be such as to keep smaller freshets within the « heart » of the valley and only let the flanks benefit from bigger volumes of water.

In the case of mixed farming enterprises, the surplus water is often caught in storage dams and used at some later date for irrigation of lucerne and other fodder and cash crops. On account of the uncertainty of availability of such water, this sort of irrigation must only play a subsidiary rôle in farm planning.

Finally, the so called « saaidam » method of flood water irrigation must be mentioned, which is practised on the lower plains of the river systems. Within or near the floodwater boundaries, table-like fields are subdivided into compartments by means of embankments 3 to 6 feet high. The flood water enters or is led into them by means of sluice gates, is kept on the lands for some days and is then released. The moisture of the thoroughly soaked soil is sufficient to see a grain crop through without further irrigation or rainfall. In some cases the same effect is achieved naturally without sluice gates and walling along the river front by merely placing weirs with extended earthen wing walls across the river flats, the height of which weirs is slightly less than the surface of the adjacent fields. By the restriction of the weir, the floodwater rises higher than originally and inundates the field until the flood recedes. In some areas, this practice has developed to such an extent that the lower riparian owners receive hardly any floodwater at all, a fact which has to be welcomed from the soil conservation point of view, but which from the deprived owner's point of view calls for some legal adjustment.

(4) GULLY AND MOISTURE RECLAMATION :

Whereas sheet erosion can easily be counteracted by biological measures and contour obstructions, the control and reclamation of gullies is somewhat more difficult. The promoting factors for their development are manifold and partially obscure. Failure of underground dykes to impound sub-surface water, for instance, may have led to dessication and retrogression of vegetative cover, followed by higher run-off velocities on the more exposed soil resulting in rapid soil losses. Alternatively it may be that the catchment area in its virgin state had such a luxuriant plant cover that hardly any run-off occurred. In most instances, abusive ploughing within or near to the natural run-off carrying depressions is responsible for increased silt loads and serious abrasive action. As soon as the scours reach a depth of some feet, the instability is accentuated by desiccation and the resulting diminishing of plant growth. If coarse material is freed and set in motion during the process, the scouring action is increased further.

After assessing the frequency and rate of run-off and silt load, the size of the catchment area and the state of desiccation, it has to be decided whether the gully ought to be totally or partially reclaimed.

In both cases it must be the paramount aim to « de » silt the storm water for the benefit and stabilisation of the river system as such. Many intermittent flowing tributaries of rivers are suffering from this cancer-like gully growth. If silt loads are allowed to continue to enter the river systems, either scouring, or choking and the forming of secondary channels must be expected. This subject lies on the borderline between private and state interests. Wherever the tasks are more in the nature of reclamation it can be assumed that the measures will not bring any substantial return to the farmer. In such cases measures constitute rather a financial burden than an economic investment. In the Soil Conservation Act No. 45 of 1946 provision is made for these contingencies whereby the State has been empowered to deal with these cases and to ensure at State expense the full exploitation of key points in the catchment in the interests of soil stability.

In most cases these silt traps will consist of weirs of intermediate size with or without earthen wing extensions. It it obvious that these works will have to be designed for long cycle frequency of rainfall, in order to be safe. Complete reliability, however, can only be reached with weirs bordered by rock flanks. Earthen wing extensions are vulnerable in many respects, unless special precautions against failure, i.e. concrete core, curtain walls, gravel casing and heavy pitching are incorporated, which of course increase the costs heavily. In many of these instances, the basin and its silt retaining capacity will be small in proportion to the costs. Sound judgement must, therefore, be used to assess the value of the biological results which follow certain

progressive stages. The first stage is one in which the moisture relations are improved and silt is deposited. In the next stage plant growth becomes established, and this calls for protection of the area from grazing animals. The final stage will be the natural improvement of the profile by the further trapping of silt which follows the retarding of the water flow by the vegetation.

Under the Soil Conservation Act No. 45 of 1946, the formulation and prescription of sound land use rests with the Soil Conservation District Committees and the improvement and control of river regions and their tributaries will be given special attention.

(5) HEAVY MACHINERY FOR LARGE SCALE CATCHMENT STABILISATION :

As mentioned in the preceding paragraph, a number of these stabilising works at key points in the catchment area will be uneconomical to the farmer and the State will have to undertake their execution. Due to the remoteness of the sites, costs will be high and supervision difficult. In many instances it will be necessary to alter and augment the specifications during the construction period, for which authority must be vested in the Government Engineer For this and other reasons it is obvious that strict economy in the erection of such works can only be reached if an adequate variety of efficient machinery is concentrated to facilitate supervision, replacement of break-downs, adjustment of specifications and change-overs dictated by weather conditions.

Acting on these considerations, the Department of Agriculture has decided to establish a machinery park and field organisation, and considerable progress has been made in this direction, in spite of shortages of man power and imports. Units for such specific purposes as soil shifting, long distance hauling, concrete construction, etc. are to be assembled into district units, and mobile as well as central workshops and depôts will be responsible for maintaining them.

Wherever feasible, private enterprise will be given a fair chance to tender for construction work which requires more or less standard machinery. Besides State works given out on tender, numerous private works will also be given out on tender or contract and it can be anticipated that the number of rural contractors going in for soil and water conservation works will considerably increase.

Last but not least, mention must be made of the handicap under which soil conservation by heavy machinery is placed in this country as compared with the situation in those countries which manufacture heavy machinery. There is no question that the employment of one heavy machinery unit is more rational than that of a number of smaller ones of the same total capacity. Because of the high import and distribution costs, however, the costs of machinery, spare parts, fuel and oil are roughly 100 % higher than in the countries of manu-

facture. Correspondingly higher costs of structures will raise the price of land and agricultural production costs.

(B) **Indirect support : Reduction of evaporation :**

So far we have dealt with that portion of the rain water which is in excess of the natural infiltration rate, and have discussed the ways and means of retarding and conserving as much as possible of this run-off. Once proper conservation measures have been taken it can be assumed that practically all the run-off from isolated storms can be made use of within the immediate vicinity of the storm.

In the case of « set in » rains and successive heavy storms, the upper soil layers become saturated because the percolation rate is appreciably slowed down on account of the usually more dense subsoil. Very often, such precipitations amount to one-third of the total annual rainfall and it is then that a high percentage of run-off is lost to the country. Unfortunately, there is very little hope of intercepting such floods economically near the watershed, except where topographical features are favourable for large projects, the planning and construction of which is entrusted to the Irrigation Department.

Although the above losses of water may be unavoidable, in certain years, nonetheless the control of evaporation can lead to a saving of even greater quantities of water every year. It has taken many years to make the public and more especially the farming community erosion-minded and conservation-conscious Henceforth, the slogan of « evaporation mindedness » must be cultivated and moisture-saving practices encouraged. A little denser soil cover, less straw in threshing stacks and more straw in mulching, less trampling of dormant uneatable pastures and more winter feeding, less exposure of animals to bad weather and thus less wastage of energy and feed, less burning of stand-over grass and more haymaking, more conveniently spaced stock watering facilities, more wind breaks to reduce evaporation, less clean cultivated row crops, more undergrowth in row crops, more efficient feed conservation and storage and less wastage, a little improvement on all of these would help appreciably to raise our moisture economy. Here also, the engineer makes his contribution.

(1) STOCK WATERING FACILITIES :

Mention has already been made of how run-off can be intercepted and impounded for stock watering. In many cases these provisions are inadequate and more reliable facilities have to be introduced. Primitive exploitation of permanent open water by giving animals free access to rivers and springs usually involves greater distances and excessive trampling and thus reduces the effectiveness of rotational grazing. To arrive at an even utilisation of the grazing camps, the water has to be pumped from boreholes, springs and rivers and stored for consumption. Thin-walled circular brick reservoirs, of which some 20,000 have been erected according to a specification furnished in

pamphlet No. 234 of the Department of Agriculture, since the beginning of anti-erosion drive, are cheap and can be built by semi-skilled labourers. Drinking troughs, controlled by automatic ball valves, prevent wastage, pollution and disease. If the reservoirs are fed by windmills, very often a small patch of fodder crops, like lucerne, can be irrigated with the surplus water for the benefit of breeding stock. For other pumping plants, the engineer is often called in to calculate power, pipe line and pump requirements and furnish estimates of costs.

(2) STRUCTURE FOR IRRIGATION :

These consist of diversion and storage structures of soil, masonry or concrete. If built across permanent spruits, earthen dam embankments must be safe against overtopping by storm water and must, therefore, possess adequate spillways. The soil for the embankment is excavated from inside the basin in order to increase storage capacity. For smaller catchments a run-off of from 200 to 600 cusecs must be expected per square mile of catchment, which volume has to be disposed of safely by the spillways. For larger catchment areas spillways in soil would soon be scoured and, therefore, if solid foundation is within reach, a combination of masoned weir with earthen wing walls has to be given preference. For catchments of more than 10 square miles it usually becomes uneconomical to aim at storage dams. In these cases shallow diversion weirs are placed across the stream, which then feed storage dams outside the floodwater boundaries next to the lands to be irrigated, unless the permanent stream is of sufficient volume to irrigate direct. In the case of smaller earthen embankments it has been found more economical to design for 25 years' safety and rather take the risk of washaways than to insist on higher safety and correspondingly higher cost of construction.

As regards irrigating technique, there are a number of points which must be complied with, in order to avoid soil losses The most common practice is that of leading the water by gravitation. If slopes of more than 2 % prevail, downhill leading becomes dangerous and interted spreader furrows or rills are advocated. Besides that, the volume of water and the length of spreading has to be restricted. On extended fields the construction of contour banks is essential. They should — as a general — be invertedly graded (i.e. in the opposite direction to the gradient of the irrigation furrow) in order to facilitate the disposal of excess water into the natural depressions at the highest point possible. The channel above the contour bank then acts as tail water and stormwater channel and the irrigation furrow is taken out along the lower edge of the bank. Underground drainage, to keep the soil sweet, is very often neglected, more especially in the case of heavier soils.

(3) OTHER FARM STRUCTURES :

On account of the erratic climate of this country, delayed spring rains and droughts, the adopted schedule for rotational grazing may become endangered and the pasture will have to be subjected to over-grazing, unless sound provision had been made for fodder reserves. On account of the dryness of the frosted grass pastures in winter over the greater part of the country, additional feeding of roughage may tide the livestock over the winter, but not without loss of weight, because of the absence of physiologically essential succulents. To balance the rations in that respect. the sowing on dry land of frost resistant winter cereals during autumn is practised in many areas. Unfortunately, these measures are not very reliable. It is for this reason that the Department has encouraged the construction of silos by means of a subsidy and a number of specifications for various types of silos have been evolved by our Department. Amongst these, the reinforced circular thin-walled brick tower silo (pamphlet No. 169) and pit silo enjoy great popularity.

Besides the subsidy on silos for silage the Department also granted the same measure of assistance towards the erection of fattening sheds and grain silos for which standardised designs have been made available. In the proclaimed Soil Conservation areas — areas of advanced deterioration and very active erosion — the erection of hay barns was also subsidised as an indirect measure to contribute towards soil stability.

(4) POWER FARMING :

It is beyond doubt that the tractor is in many respects superior to animal draught. Because of its higher speed and manœuvrebility and its inexhaustibility, advantage can be taken of favourable soil conditions. Besides that it is labour- and pasture-saving. On the other hand, the adoption of power farming makes the farmer less self-supporting, he is forced to procure an appropriate machinery park in order to make efficient use of the capital investment. Except for the bigger enterprises possessing a number of tractors of different sizes, there exists the danger that « the » tractor is often running on a 25 % load whereby running costs are considerably increased. Besides the above economic considerations, the biological and physical effects of tractor farming have to be taken into account. If the number of draught animals is not replaced by beef or dairy cattle, the amount of manure will drop whereby the structure of plough soils may be affected. A still greater danger rests with the abusive use of the tractor when soils are too dry or too wet. Relying on its power and sure-treadedness, the unconscious yet ambitious type of farmer can easily mutilate the micro-life and destroy the structure of the soil.

Nevertheless, the tractor can contribute appreciably towards stability. As hauling power for the sub-soiler and harvester combine it

could scarcely be replaced by animals. Its speed and the capacity of matched hay making machinery and balers can eliminate to a large extent the frequently heavy losses of feeding value in roughage. Its combination with hammermills and silage cutters has definitely improved farm economy. The efficiency of all these activities has a favourable bearing on soil and moisture conservation.

(5) DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF SPECIFIC MACHINERY :

Most of the more specific machinery is built abroad and the question arises whether such machinery copes efficiently with South African tasks. Bush clearing equipment, for instance, developed in other countries may have to tackle certain types of South African bush which are quite different to types for which it was constructed originally. Alterations, augmentations and auxiliary gear may be necessary before such equipment will become efficient.

The lying down of grass leys, as another example, to-day still falls short in technique and specific machinery. The quantity of high priced seed that has to be sown and the percentage of reliable germination leave much to be desired. Here, the paramount difficulties are the soil, dried out during the winter and the unreliability in spring of the rainfall, both as to intervals and intensity. Would autumn sowing perhaps be better and what would then be the requirements ? To quote yet another example, of the case of wheat : here in South Africa it is the general practice to sow the wheat broadcast, whereas in the much more humid old countries wheat is treated as a row crop and is accordingly cultivated. How and why did the practice of broadcasting develop ? What attempts have been made to introduce row cultivation, and why did they fail ? Was it on account of the rather unwieldy span of oxen, primitive machinery or both ? Are any further approaches and trials now justified with the more general adoption of the tractor ? These are problems to be faced by the Engineer.

CONCLUSION.

In presenting this very compressed summary of the tasks and considerations pertaining to the activities of the engineer, it is obvious that the field of work has grown to such an extent that sooner or later a splitting of activities will be necessary in order to give every branch of engineering the necessary attention.

In view of the fact that the engineering branch of the Department of Agriculture consisted of five men only until 1933 and that it has not yet reached its twenty-fifth anniversary, the progress made so far is remarkable and it is to be hoped that the present shortage of man power will improve in the near future. It is only then that research, large scale experiments, field demonstrations, competitive machinery trials, etc. will make conservation engineering the embracing science it ought to be.

June 1948.

3e SECTION.
GROUPE I.

COMMUNICATION N° 108.
(Ancien n° 20A).

La raquette inerme dans la lutte contre l'érosion éolienne

(Service de l'Elevage de Madagascar)

L'Androy, région semi-désertique du sud de Madagascar, était autrefois couverte de *Opuntia Dilleni*, qui servait de réserve alimentaire pour les hommes et pour les animaux et qui protégeait du vent les villages et les cultures.

L'introduction de la cochenille *Dactylopius tomentosus* amena la destruction rapide et totale de l'*Opuntia Dillenii*.

La région de l'Androy devint de ce fait absolument nue et soumise à des vents violents déplaçant le sable et transformant des terrains fertiles en champs inutilisables.

Le Docteur vétérinaire CHAVATTE expérimenta à la ferme zootechnique, à Ambowombe, la plantation de raquettes inermes (*Opuntia ficus indica*) résistantes à la cochenille et ce dans le but de fournir à ses animaux une ration alimentaire en saison sèche.

Il résulte de ces expériences que des cultures : maïs, manioc, purent être entreprises entre les lignes d'*Opuntia* et que ces « coupe-vent » se montrèrent très efficaces contre les transports de sable par le vent.

Il est donc fort intéressant de souligner les avantages de ces plantations dans la lutte contre l'érosion, car leur utilisation pour la nourriture des animaux les rend supérieures aux arbres qui pourraient être utilisés dans le même but.

Les variétés à employer sont sans importance pour la lutte contre l'érosion

MODE DE PLANTATION. — Les raquettes inermes devront être plantées en lignes jumelées, espacées de 10 à 15 mètres environ et perpendiculairement à la direction des vents dominants.

Afin d'assurer une croissance normale, les plantations devront être à l'abri des bœufs pendant deux ans et demi environ.

A partir de cet âge, les raquettes pourront être laissées à la disposition du troupeau si elles ne sont pas employées à la protection des cultures. Dans ce dernier cas, les articles devront être récoltés pour être donnés aux animaux.

Il serait intéressant d'avoir l'avis de chercheurs sur l'intérêt des raquettes dans la lutte contre l'érosion par l'eau de ruissellement en comparaison avec d'autres plantes.

Un programme important de plantation de raquettes est prévu dans l'Androy pour l'immédiat et toutes les constatations seront précieusement recueillies.

La Conservation des Sols et la Rentabilité des Cultures indigènes en territoire de Lubero et zone Bashu-Beni

M. M. H. JAUMAIN,
Agronome-adjoint.

Le territoire de Lubero se trouvant particulièrement intéressé au problème de la conservation des sols et suite à la demande de M. le Chef du Service provincial de l'Agriculture et de la Colonisation, nous nous faisons un devoir d'apporter nos humbles connaissances et réalisations à la propulsion du mouvement qui vient à nouveau d'être relancé.

La couche arable ne doit jamais être exploitée de façon usuraire, dévastatrice, mais bien suivant la formule attentive, conservatrice et génératrice du « bon père de famille ».

Une nature défigurée et mourante ne nourrit plus son peuple et celui-ci la déserte ou y succombe.

Le problème est capital, nous n'en doutons pas; à la tâche donc, et puissent les augets que nous aurons remplis produire quelques bons tours de roue.

APERÇU GENERAL

Les régions particulièrement en cause, aux cultures vivrières variées et, pour beaucoup, d'intérêt primordial pour le ravitaillement des Européens (pommes de terre et froment) et pour le rehaussement de la norme des rations des travailleurs miniers (haricots et pois), se situent à plus de 2.000 m. d'altitude et se caractérisent par une orographie chaotique, une surface complètement déboisée, une démographie florissante.

La générosité de ces terres, cutivées par une population laborieuse, constitua bien vite la vache laitière à exploiter.

D'énormes tonnages de vivres sortirent et furent ainsi exportés de ce sol, sans la moindre restitution. Vint la guerre qui, avec l'effort demandé, doubla, pour le moins, les précédentes emblavures.

Les rendements, loin de suivre l'extension donnée, se trouvèrent tôt freinés, voire diminués, sous l'influence de conditions clima-

tiques défavorables peut-être — mais, aussi et surtout, du sol s'épuisant et des épiphyties se développant.

Le natif qui, avant notre arrivée et pour les seuls besoins de son alimentation, ne retournait périodiquement que de faibles soles, vit d'abord ses champs augmentés avec l'économie changée et l'établissement d'un programme vivrier concurremment à l'évolution de ses aspirations vestimentaires et à son devoir d'impôt.

Les emblavures précédemment dispersées se rassemblèrent tant pour les facilités de propagande que de par leur importance accrue.

En 1940, lorsque l'effort de guerre fut demandé, l'indigène prit tendance à revenir deux ou trois fois sur la même sole et à semer à tout-venant de sa réserve de graines. Ainsi, les conditions climatiques (absence d'hiver et de saison sèche), conjointement à l'appauvrissement croissant des sols et aux mouvements des troupes et du personnel en congé, favorisèrent le développement rapide de maladies et de parasites graves. — Témoins : l'*ophiobolus* sur froment, le *phytophtora infestans* avec diverses bactérioses et verticilloses ainsi que des maladies de dégénérescence de la pomme de terre, les parasites divers du haricot, etc...

La famine menaçant, de nouvelles friches furent ouvertes, à renfort de propagandes, et d'énormes étendues de terre en semi-repos furent réemblavées, les sélections furent poussées.

La disette momentanément écartée et d'intéressantes variétés de froment, haricots, pommes de terre et pois mises en multiplication ne constituant, toutefois, qu'un palliatif de la situation — le cercle vicieux dans lequel l'agriculture indigène se trouve présentement engagée, risque, si nous n'y prenons garde, de la mettre en danger de jour en jour davantage.

Ce froment de 20 à 30 talles au lieu de 5 à 8, ces haricots à hauts rendements, ces fortes emblavures de patates douces, surchargent de plus en plus ce sol déjà anémié.

Ces tonnes de vivres exportés, ces quantités de matières organiques brûlées, cet humus, ces cendres et ce limon emportés par le vent et les pluies, qui donc s'est chargé, se chargera de les restituer à leur origine ? Ces sols cuits ou latérisés, comment donc se régénèreront-ils ? Si ce n'est à grands renforts de travail et de capitaux.

Des signes avant-coureurs sont déjà à notre porte et nous feignons de les méconnaître;

— En 1939; l'éminent agronome, M. Sladden, en préconisant la vulgarisation du mulching, sauva les caféières du territoire, vouées alors à un désastre certain par le « Clean Weeding » y pratiqué et dont l'aspect de « Die Back » constituait l'indice le plus sûr d'épuisement;

— l'œil, même profane, découvre de plus en plus de collines, de ravins, de sommets, à affleurement de roches ou de graviers (princi-

pales montagnes, pas mal de champs, aux zones érodées ou appauvries, pistes et routes fraîchement terrassées donnant les diagrammes de la couche arable, bas-fonds la montrant, hauteur d'humus, régions du lac aux falaises rocailleuses et granitiques, etc...).
— des régions entières, que nous qualifierons de parasites, cherchent quasi chaque campagne et, en zone plus favorisée, les semences nécessaires aux nouvelles emblavures — ceci, parce que leurs champs ne donnent même plus la semence (Balongo, Musienene, Sindani, Kiririe, Lubwe, etc...).

CULTURES EFFECTUEES

Afin d'avoir une idée plus concrète sur la superficie des terrains sous cultures, attardons-nous sur la situation démographique et sur quelques résultats d'enquêtes effectuées par nous en 1945, pour les régions plus visées des chefferies Bukenie et Boyora, d'une superficie totale approximative de 16.000 hectares.

Population du Haut-Bukenie et du Haut-Boyora

Vieillards	H. A. V.	Femmes	Garçons	Filles
580	4.509	6.243	6.171	6.095

Cultivateurs mâles effectuant les champs prescrits : **3.768**

Parasites mâles n'ayant pas effectué les champs prescrits : **741**

ENQUETES SUR TERRES EN CULTURE, DEBUT 1945

a) Chefferie du BOYORA

Village de Kisenzi

PREMIER CAS. — Mwanawavene avec 3 femmes et 8 enfants

Blé : (50 × 42) + (43 × 13) + (20 × 15) =	29a.59
Haricots : (60 × 48) + (32 × 19) + (42 × 39) + (50 × 42) =	72 26
Patates douces : (30 × 40) + (32 × 26) + (29 × 22) + (36 × 30) + (37 × 32) + (24 × 33) + (36 × 15) + (13 × 36) =	56 54
Taro : (28 × 56) =	15 68
Bananiers à bière : (41 × 46) + (36 × 40) =	33 26
	2Ha07a 33

2e CAS. — Mihumulire avec 2 femmes et 6 enfants

Blé : (51 × 43) + (40 × 37) =	36a.73
Haricots : (36 × 50) + (50 × 40) + (34 × 43) =	52 62
Patates douces: (36 × 39) + (40 × 29) + (36 × 29) + (30 × 30) + (32 × 20) =	51 48
Taro : (29 × 26) + (13 × 43) =	13 13
Bananiers à bière : (45 × 40) =	18 —
Maïs : (10 × 20) =	2 —
	1Ha.73a.96

3e CAS. — Kambale Kabutirwaki avec 1 femme et 1 enfant

Blé : (35 × 55) + (22 × 33) =	26a.51
Haricots : (50 × 40) + (33 × 42) =	33 86
Patates douces : (33 × 20) + (29 × 30) =	15 30
Taro : (20 × 31) + (10 × 104) =	16 60
Bananiers : (20 × 51) =	10 20
	1Ha.02a.47

4e CAS. — Musoli Kambale avec une femme et sans enfant

Blé : (50 × 46) + (36 × 22) =	30a.92
Haricots : (50 × 40) + (42 × 40) =	36 80

Patates douces : (32 x 30) + (34 x 19) + (33 x 22) + (29 x 22) = ...	29 70
Taro : néant	— —
Bananiers : néant............	— —
	97a.42

5e CAS. — **Katende Kasongo sans femme**

Blé : (56 x 40) + (36 x 20) = ...	29a.60
Haricots : (50 x 42) + (29 x 40) = ...	32 60
Patates douces : (30 x 22) + (36 x 19) + (43 x 12) = ...	18 60
	80a.80

Village de Vutengere

PREMIER CAS. — Kangitsi Kabwaro avec 3 femmes et 7 enfants

Blé : (60 x 45) = ...	27a.—
Haricots : (64 x 40) + (22 x 89) + (43 x 45) = ...	72 53
Patates douces : (50 x 33) + (90 x 53) + (60 x 73) = ...	1Ha.08 —
Taro : (50 x 19) = ...	9 50
Bananiers : (107 x 200) = ...	2Ha.14 —
	4Ha.31 03

2e CAS. — **Kangalibwa Tsunabira avec 2 femmes et 4 enfants**

Ble : (54 x 42) + (30 x 22) = ...	29a.28
Haricots : (55 x 44) + (57 x 42) + (53 x 41) = ...	69 87
Patates douces : (30 x 33) + (32 x 29) + (31 x 33) = ...	29 39
Taro . (15 x 13) = ...	1 95
	1Ha 30a.49

3e CAS. — **Maurice Vialamugeni avec 1 femme et 3 enfants**

Blé : (43 x 49) = ...	21a 07
Haricots : (40 x 32) + (62 x 39) = ...	36 98
Patates douces : (33 x 29) + (37 x 29) + (40 x 33) =	33 50
Taro : (31 x 45) = ...	13 95
Bananiers : neant.	— —
	1Ha 05a.50

4e CAS. — **Stéphano Kakule avec femme sans enfant**

Ble : (44 x 56) + (20 x 15) = ...	27a 64
Haricots : (42 x 57) + (40 x 49) + (30 x 29) = . . .	52 24
Patates douces : ((34 x 30) + (35 x 22) + (40 x 25) + (35 x 26) = ...	37 —
Maïs et taro : (15 x 20) = ...	3 —
Bananiers : néant	— —
	1Ha.19a.88

5e CAS. — **Mbahenda sans femme**

Blé : (52 x 43) = ...	22a.36
Haricots : (54 x 40) + (42 x 36) = ...	36 72
Patates douces : (32 x 26) + (33 x 21) + (34 x 30) = . .	25 45
Taro : (20 x 25) = ...	5 —
Bananiers : néant	— —
	89a.53

SOIT pour : 10 hommes, 14 femmes et 29 enfants (proportion démographique) :

Blé : (29a.59 + 36a.73 + 26a.51 + 30a 92 + 29a.60 + 27a. + 29a.28 + 21a.07 + 27a.64 + 22a.36 =	2Ha.80a.70
Haricots : 72a.26 + 52a.62 + 33a.86 + 36a.80 + 32a.60 + 72a.53 + 69a.87 + 36a.98 + 52a.24 + 36a.72 =	4Ha.96a 48
Patates douces : 56a.54 + 51a.48 + 15a.30 + 29a.70 + 18a.60 + 1Ha.08a. + 29a.39 + 33a 50 + 37a + 25a.45 =	4Ha.04a.96
Taro : 15a.68 + 15a.13 + 16a.60 + 9a.50 + 1a.95 + 13a.95 + 3a. + 5a. = ...	80a.81
Bananiers : 33a.26 + 18a. + 10a.20 + 2Ha.14a. = ...	2Ha.75a.46

Soit un total sous culture de : 15Ha.38a 41

A ajouter : quelques parcelles de petits pois déjà récoltées et pommes de terre en période normale, ici remplacées par patates douces.

b) Chefferie du BUKENIE

Village de Kilonge

PREMIER CAS. — Kasonia Mwamba avec 2 femmes et 4 enf.

Blé : (38 × 20) + (32 × 40) + (52 × 38) =	40a.16
Haricots : (23 × 40) + (67 × 25) =	25 95
Pois : (30 × 50) + (75 × 84) =	78 —
Patates douces : (20 × 16) + (18 × 31) =	8 78
Taro : (40 × 6) + (36 × 42) + (16 × 90) =	31 92
	1Ha.84a.81

2e CAS. — Augustino Kasemengo avec 1 fem. et 4 grds enfants

Blé : (52 × 40) + (32 × 27) =	29a.44
Haricots : (30 × 44) + (36 × 23) =	21 48
Petits pois : (37 × 50) + (45 × 34) + (42 × 40) =	50 60
Patates douces : (13 × 24) + (20 × 26) =	8 32
Taro : (35 × 40) + (36 × 16) + (20 × 13) + (35 × 24) =	30 76
	1Ha.40a.60

3e CAS. — Tito Katakia avec 1 fem. et 5 enfants en bas-âge

Blé : (39 × 30) + (27 × 47) + (6 × 4) =	24 63
Haricots : (39 × 46) + (29 × 22) =	24 32
Pois : (42 × 50) + ((52 × 50) =	47 —
Patates douces : (34 × 18) + (10 × 16) =	7 72
Taro : (18 × 11) + (24 × 22) + (20 × 41) + (45 × 20) =	24 46
	1Ha.28a.13

4e CAS. — Katsuba Manzekele avec 1 femme sans enfant

Blé : (50 × 36) + (22 × 40) =	26a.80
Haricots : (16 × 20) =	3 20
Pois : (80 × 20) =	16 —
Patates douces : (26 × 32) + (19 × 10)	10 22
Taro : (18 × 50) + (30 × 16) + (34 × 19)	20 26
	76a.48

5e CAS. Kalengekania Katsike, sans femme, ni enfant

Blé : (25 × 24) + (20 × 30) =	16a.80
Haricots : (50 × 30) =	15 —
Pois : (30 × 50) + (17 × 23) =	18 91
Patates douces : (23 × 30) =	6 90
Taro : (46 × 22) + (36 × 20) =	17 32
	74a.93

Village de Bususuti

PREMIER CAS. — Masivi Ndungo avec 2 femmes et 4 enfants

Blé : (25 × 25) + (20 × 39) + (45 × 70) =	45a.55
Haricots : (54 × 65) =	35 10
Pois : (50 × 72) + (33 × 40) + (47 × 27) =	61 89
Patates douces : (40 × 36) + (14 × 34) =	19 16
Taro : (27 × 22) + (24 × 21) + (17 × 10) + (8 × 14) + (11 × 20) + (17 × 26) =	20 02
	1Ha.81a.72

2e CAS. — Lameke Kahindo avec 1 femme et 6 grands enfants

Blé : (47 × 66) + (27 × 60) =	47a.22
Haricots : (72 × 33) =	23 76
Pois : (38 × 27) + (26 × 27) + (8 × 73) =	23 12
Patates douces : (20 × 35) + (30 × 27) =	15 10
Taro : (20 × 10) + (20 × 40) + (19 × 22) + (23 × 23) =	19 47
	1Ha.28a.67

3e CAS. — Mupishi Katsuba avec 1 fem. et 3 enfants en bas-âge

Blé : (45 × 66) + (30 × 60) =	47a.70
Haricots : (50 × 60) + (10 × 12) + (28 × 20) =	36 80
Pois : (52 × 45) + (60 × 9) =	28 80
Patates douces : (28 × 24) + (65 × 9) =	12 52
Taro : (20 × 10) + (20 × 40) + (21 × 15) + (20 × 23) =	17 75
	1Ha.43a.57

4e CAS. — Makombani Kakule avec 1 femme sans enfant

Blé	: (28 × 10) + (55 × 67) =	39a.65
Haricots	: (55 × 68) =	37 40
Pois	: (60 × 46) + (47 × 31) + (97 × 20) =	61 57
Patates douces	: (30 × 22) =	6 60
Taro	: (25 × 23) + (11 × 10) + (45 × 11) + (20 × 17) =	15 20
		1Ha.60a.42

5e CAS. Johani Kambale, célibataire

Froment	: (33 × 42) + (10 × 60) =	19a.86
Haricots	: (20 × 40) + (26 × 33) =	16 58
Pois	: (50 × 30) =	15 —
Patates douces	: (28 × 24) =	6 72
Taro	: (120 × 20) + (20 × 26) + (17 × 58) =	39 06
		97a.22

Village de Kahoha

PREMIER CAS. — Kakule Mate avec 3 femmes et 6 enfants

Froment	: (46 × 35) + (6 × 4) + (56 × 44) =	40a.98
Haricots	: (46 × 30) + (10 × 20) =	15 80
Pois	: (70 × 45) + (10 × 26) + (96 × 25) =	58 10
Patates douces	: (26 × 30) + (22 × 10) + (42 × 29) =	22 10
Eleusine	: (34 × 50) =	17 —
		1Ha.54a.06

2e CAS. — Kambale Kibasa avec 1 fem. et 4 enfants en bas-âge

Froment	: (24 × 39) + (25 × 32) + (27 × 39) =	27a.89
Haricots	: (32 × 18) + (22 × 23) =	10 82
Pois	: (27 × 36) + (20 × 25) =	14 72
Taro	: (19 × 45) + (62 × 19) =	20 33
Eleusine	: (23 × 29) =	6 67
		80a.43

3e CAS. — Kakirania Likotaya avec 1 femme et 3 grands enfants

Froment	: (25 × 35) + (66 × 58) =	49a.03
Haricots	: (32 × 18) + (25 × 20) =	10 76
Pois	: (34 × 45) + (50 × 40) =	35 30
Patates douces	: (29 × 25) + (25 × 46) =	11 50
Taro	: (35 × 40) + (28 × 25) + (18 × 11) =	22 98
Eleusine	. (32 × 10) =	3 20
		1Ha.32a.77

4e CAS. — Kakulinaki Kambale, avec 1 femme sans enfant

Froment	: (32 × 40) + (48 × 60) =	41a.60
Haricots	: (39 × 46) =	17 94
Pois	: (85 × 35) =	29 75
Patates douces	: (10 × 31) + (14 × 36) =	8 14
Taro	: (30 × 14) + (16 × 30) + (20 × 25) =	14 —
Eleusine	: (32 × 19) =	6 08
		1Ha.17a.51

5e CAS. — Vuiravamero Katungu, célibataire

Froment	: (32 × 22) + (36 × 52) =	25a.76
Haricots	: (25 × 32) =	8 —
Pois	: (48 × 37) =	17 76
Patates douces	: (19 × 11) =	2 09
Taro	: (30 × 34) + (30 × 19) =	15 90
		69a.51

Village de Wuli

PREMIER CAS. — Katsuba Maïliko avec 3 femmes et 6 enfants

Froment	: (56 × 44) + (16 × 4) + (23 × 42) =	34a.94
Haricots	: (20 × 13) + (45 × 4) + (60 × 50) =	34 40
Pois	: (56 × 25) + (45 × 70) =	45 50
Patates douces	: (26 × 20) + (30 × 10) =	8 20
Taro	: (20 × 14) + (36 × 13) + (35 × 20) + (26 × 16) =	18 14
		1Ha.41a.18

2e CAS. — Kambale Kambono avec 1 femme et 3 enfants

Froment : (46 × 42) + (56 × 40) = . . .	41a.72
Haricots : (54 × 44) + (20 × 40) = ...	31 76
Pois : (56 × 40) + (27 × 36) = ...	32 12
Patates douces : (20 × 15) + (18 × 31) = ...	8 51
Taro : (20 × 25) + (55 × 21) + (40 × 6) + (35 × 20) + (58 × 20) =	37 55
	1Ha 51a.66

3e CAS. — Kamate Tshimbula avec 1 fem. et 4 enf. en bas-âge

Blé : (50 × 50) + (32 × 40) = ...	37a.80
Haricots : (17 × 17) + (23 × 32) + (25 × 10) = .	12 75
Pois : (23 × 64) + (50 × 30) = ...	29 72
Patates douces : (16 × 20) + (27 × 30) = . . .	11 30
Taro : (30 × 25) + (19 × 26) + (40 × 28) + (17 × 38) + (37 × 20) =	37 50
	1Ha 29a.07

4e CAS. — Katsurana Paul avec 1 femme et sans enfant

Froment : (60 × 90) + (45 × 25) + (12 × 44) = . .	70a.53
Haricots : (67 × 25) + (46 × 40) = . . .	35 15
Pois : (28 × 50) + (25 × 38) + (27 × 80) =	45 10
Patates douces : (40 × 27) + (30 × 40) = .	20 80
Taro : (20 × 14) + (36 × 20) + (28 × 20) + (46 × 5) =	17 90
	1Ha 91a 43

5e CAS. — Marco, célibataire

Froment : (92 × 60) + (39 × 20) =	63a —
Haricots : (60 × 40) = ...	24 —
Pois : (60 × 50) = . . .	30 —
Patates douces : (24 × 20) + (40 × 27) =	15 60
Taro : (8 × 13) + (20 × 15) + (18 × 90) =	20 33
	1Ha 52a 93

SOIT pour 20 hommes, 22 femmes et 52 enfants :

Blé : (40a.16 + 29a.44 + 24a.63 + 26a.80 + 16a.80 + 45a 55 + 47a 22 + 47a.70 39a.65 + 19a.86 + 40a 98 + 27a.89 + 49a 03 + 41a 60 + 25a.76 + 34a 94 + 41a.72 + 37a.80 + 70a.73 + 63a. =	7Ha.71a.06
Haricots : 25a.96 + 21a.48 + 24a.32 + 3a.20 + 15a + 35a 10 + 23a.76 + 36a.80 + 37a 40 + 16a.58 + 15a.80 + 10a.82 + 10a.76 + 17a.94 + 8a. + 37a.40 + 31a.76 + 12a.75 + 35a.15 + 24a. =	4Ha.40a.97
Pois : 78a. + 50a.60 + 47a. + 16a. + 18a.91 + 61a.89 + 23a.12 + 28a 80 + 61a.57 + 15a. + 58a.10 + 14a.72 + 35a.30 + 29a.75 + 17a.76 + 45a.50 + 32a.12 + 9a 72 + 45a.10 + 30a. =	7Ha.38a 96
Patates douces : 8a.78 + 8a.32 + 7a.72 + 10a.22 + 6a.90 + 19a.16 + 15a.10 + 12a.52 + 6a.60 + 6a.72 + 22a.18 + 11a.50 + 8a.14 + 2a 09 + 8a 20 + 8.a51 + 11a.30 + 22a.80 + 15a.60 =	2Ha.12a 66
Taro : 31a.92 + 30a.76 + 24a.46 + 20a.26 + 17a.32 + 20a 02 + 19a.47 + 17a.75 + 15a.20 + 39a 06 + 20a.33 + 22a.98 + 14a. + 15a 90 + 18a.14 + 37a.55 + 37a.50 + 17a.90 + 20a.83 =	4Ha.40a.85
Eleusine : 17a + 6a.67 + 3a.20 + 6a 08 = ...	32a.95
Soit un total sous culture de :	26Ha.37a.15

Récapitulation

a) Boyora :	10 hommes	+ 14 femmes	+ 29 enfants	= 15Ha.38a.41
b) Bukenie :	20 »	+ 22 »	+ 52 »	= 26Ha.37a.15
SOIT pour	30 »	+ 36 »	+ 81 »	= 41Ha.75a.56
	1 »	+ 1,2 »	+ 2,7 »	= 1Ha.39a.18

Soit donc 1Ha.39a.18 pour 1 homme, 1,2 femme et 2.7 enfants par saison culturale et 2 Ha 78a.36 par année et par homme.

CONSIDERATIONS SUR LES CULTURES

vis-à-vis de la fertilité des sols

Comme nous l'avons dit au début de cette note, les principales cultures pratiquées et envisagées sont : froment, pommes de terre, haricots, pois, patates douces et Taro — le bananier à bière, can-

tonné, pour les régions d'altitude, chez le notable Mutoto du Bukenie et au Boyora, constituant plutôt un extra pour la bière (assez peu), les fruits, les feuilles (couchettes) et les fibres (charges).

Considérant le maintien de la fertilité du sol, nous classerons ces cultures en : 1) plantes sarclées et épuisantes; 2) plantes salissantes et enrichissantes.

Plantes sarclées et épuisantes :

Le froment, le haricot, la pomme de terre, la patate douce et le taro entrent dans cette catégorie. En effet, le « clean weeding » exigé par ces cultures expose davantage encore le sol à l'action néfaste du soleil et des érosions tant éoliennes que pluviales. Ces plantes, pour peu qu'elles reviennent trop souvent sur le même sol ont tôt fait d'épuiser leur substratum, d'annihiler, de supprimer les chances de retour de la jachère naturelle.

En ce qui concerne la patate douce, les femmes indigènes ayant une tendance héréditaire à établir les billons suivant la pente du terrain et à faire de cette plante deux ou trois cultures successives au même endroit, le danger d'épuisement se trouve encore renforcé.

Plantes salissantes et améliorantes :

A notre sens, les immenses cultures de pois effectuées au Haut-Bukenie n'exportent que très peu et jouent plutôt un rôle améliorant.

La brousse, légèrement retournée, et les graines semées à même le gazon, les pois ont tôt fait de prendre l'avance pour se faire soutenir par la végétation adventice sous-jacente — les herbes étouffées ou mortes pourrissent ainsi sous cette dense couverture — une jachère s'y reconstituerait facilement.

Le battage ayant souvent lieu au champ, les grains seulement sont exportés et l'azote fixé par les nodosités enrichit le sol.

Ces champs de gazons soulevés et en décomposition absorbent l'eau au maximum et l'érosion n'y a aucun effet; le soleil et le vent n'y ont qu'une prise minimisée par la bonne couverture assurée.

Nous sommes donc momentanément opposés au labour et à la culture sarclée des champs de petits pois, cette culture méritant plutôt d'être considérée comme une jachère de transformation.

Quant aux bananeraies en général et aux bananeraies à bière en particulier et en régions d'altitude, elles devraient être appréciées comme améliorantes et régénératrices des sols, en même temps que régulatrices du climat. Le couvert qu'elles apportent avec les soins de fumure (cendres, déchets, etc...) et d'entretien dont elles sont entourées en font un moyen de régénération — mais elles ne sont jamais établies sur un emplacement épuisé. La grande surface d'évaporation et d'absorption de ses feuilles, gaines et stipes fait du bananier un précieux régulateur climatique.

REALISATION D'UN PROGRAMME CONSTRUCTIF
(adapté au milieu)

a) **Fixation du sol** (lutte antiérosive)

Vouloir planter des haies antiérosives à 2,00 m de dénivellation et avec matériel « matete » dans toutes les régions, sur toutes les collines, dans tous les terrains serait, à notre sens, utopique : la nature et le relief du sol, la densité et le genre des cultures, la densité de la population, la proportion des jachères, l'altitude, etc... sont autant de facteurs qui nous aideront à trouver la solution la plus adéquate et économique permettant une parfaite et rapide protection, fixation, conservation, amélioration et exploitation des sols.

Considérons ainsi les grandes zones suivantes avec leurs divers cas particuliers.

I. — **Zones surcultivées** où les terrains se trouvent presque constamment sous culture.

Sur terres à vocation culturale, la lutte antiérosive consistera en l'établissement de haies respectant toujours deux mètres de dénivellation en épousant exactement les courbes de niveau, avec des boutures de matete aux avantages très nombreux : parfaite reprise, fixation, enracinement, arrêt, source de matières fertilisantes pour le sol et alimentaires pour le bétail. La dénivellation de deux mètres est choisie, compte tenu des éboulements futurs à envisager, de l'épaisseur moyenne de la couche arable et de la largeur de la terrasse utilement exploitable. (Fig. 1, p. 1441.)

Un beau travail a été entrepris dans ce sens et, en fin d'exercice 1947, il nous est permis d'enregistrer environ 16.000 km. de haies vives toutes plantées de pennisetum — certaines zones sont près d'être ainsi terminées et de belles terrasses régulières y sont formées ou en bonne voie de formation.

Certains creux, versants et croupes trop déclives et bien exposés seront tout indiqués pour l'établissement de bananeraies à cuire si possible ou à bière, ces dernières réglementées, bien entendu — le bananier étant un parfait régulateur climatique et offrant une réserve alimentaire.

D'autres collines, creux, versants ou croupes trop abrupts et stériles seront réservés aux boisements individuels, si précieux en ces zones de déforestation intense.

Beaucoup de terres encore, à vocation herbagère, seraient très utilement transformées en pâturages de kikuyu, trèfle, minette, etc... à allure de verger avec ceintures absorbantes et arbustives (érythrines, cyprès, grévilles, capulin du Mexique...) et coupe-feu.

Des ceintures absorbantes et améliorantes auraient également leur bien-fondé dans cette zone, pour y renforcer encore les terrasses, servir de coupe-vent et coupe-feu et constituer des réserves alimentaires ou lucratives par des plantations intérieures et pérennes

telles que caféiers, bananiers, sélectionnés pour hautes altitudes et bonne exposition, taro, ricin, etc...

Les haies antiérosives ayant été plantées, on procèdera avantageusement à l'établissement d'une tranchée à l'aval de ces haies — ceci, dans le but d'y réduire encore l'érosion et d'y déposer les herbes de sarclage et les matières de tailles de haies enrichies d'apports de cendres qui serviront d'éponges absorbantes — lesquelles matières s'y décomposant au même titre qu'au compost y enrichiraient les parties vierges affleurant suivant le profil de la terrasse en formation.

L'indigène labourant constamment vers le bas, des terrasses naturelles ne tardent pas à se former, le profil augmentant de plus en plus la hauteur de la muraille — à notre avis, cette dernière ne devra jamais dépasser une hauteur d'un mètre avec arc-boutant de même valeur — avant que cette hauteur de muraille ne soit atteinte, le labour, au lieu de s'effectuer vers le bas, devrait suivre l'horizontale, exigeant alors des houes à long manche. (Fig. 5, p. 1442).

II. — **Zones moyennement cultivées** où le cycle des jachères comporte plus de 4 à 5 fois celui des cultures.

Organisation et exploitation en bandes alternées marquées par des lignes ou mieux des ceintures peuplées d'essences arbustives riches et améliorantes, telles que l'érythrine, et dont nous décrirons plus loin la façon de les établir et de les aménager ainsi que leurs caractères, avantages et destinations propres. (Fig. 2, p. 1441).

Dans des régions pareillement organisées, il faudra distinguer les cas spéciaux suivants :

a) *Là où le sol est assez profond*, les îlots de bonnes terres, *souvent sous cultures*, seront traités en terrasses comme en premières zones

b) *Là où le sol est identique au cas précédent, mais pierreux*, l'on aura soin d'aménager, à l'intérieur des bandes alternées, des terrasses de pierres respectant 0,50 à 1,00 de dénivellation (suivant les cas : abondance de pierres, pente, épaisseur couche arable, etc...), à la condition expresse, toutefois, d'en commencer les fondations dans la muraille dès le début pour éviter les éboulements.

c) *Les sols trop en pente, stériles, etc...* seront laissés à eux-mêmes recouverts de leur manteau naturel et protégés des feux de brousse.

d) *Les têtes de source, les abords des torrents, des rivières, etc...* seront protégés en faveur des boisements naturels y existant ou à y provoquer ou créer (parties trop souvent choisies par les natifs : bonnes terres, fertiles).

Les cultures s'y trouvant, très souvent, en marge des jachères, *les labours n'y auront pas pour conséquence la formation finale de terrasses, en ce cas nullement recherchées.*

Les boutures d'érythrine n'ayant pour objectif que le marquage des bandes et ceintures et non la fixation, il n'y aura aucun inconvénient à éviter toujours la formation de muraille, en passant à travers tout; à condition, toutefois, de respecter le profil légèrement concave, avec bourrelet, des ceintures absorbantes.

En vue de la mise en culture, la végétation spontanée y sera toujours protégée et exploitée à profit (peu d'incinération, sauf en cas d'épiphyties, disposée à pourrir dans les ceintures ou dans les tranchées d'entre-billons (patates douces particulièrement). Dans ce système, les champs seront disposés suivant l'horizontale et en respectant toujours la largeur utile de chaque bande, les soles y seront alternées suivant l'assolement le plus rationnel, en intercalant toujours une culture compacte, salissante, voire la brousse ou la jachère améliorée, rétentives, entre deux cultures sarclées exposant davantage le sol à l'érosion.

Ainsi donc, pour le mesurage de tels champs, nous obtiendrons des longueurs fluctuantes suivant les pentes; nous basant sur 20 ares, nous aurons les diverses longueurs suivantes en horizontale :

pour	20	mètres de	largeur de	bande	=	100	mètres	
—	30	—	—	—	=	70	—	environ
—	40	—	—	—	=	50	—	
—	50	—	—	—	=	40	—	

III. — **Zones des contreforts du Lac ou de la plaine de Luofu** qui pourraient fort bien être protégées d'abord des incendies périodiques gagnant de la plaine, par une ou deux ceintures d'érythrines établies en étage à des cotes à déterminer.

Ces ceintures seraient ainsi de première utilité comme coupe-feu, brise-vent, bandes culturales, source de bois pour les pasteurs lors de leur mise en culture par une exploitation en têtards des erythrine (Fig. 3, p 1441).

Comme dans la zone précédente, les terres à arachide et manioc y auront tout à gagner d'une organisation en bandes alternées, ceintures absorbantes et améliorantes renforcées de terrasses intérieures faites de pierres, matete ou dracaena, là où il y aura possibilité et nécessité pour ce qui est des contreforts proprement dits. Quant à la plaine de Luofu en particulier, les ceintures y feront plutôt fonction de coupe-feu et brise-vent et y serviront aux diverses cultures vivrières, alors que les bandes n'y seraient plus que des pâturages naturels à exploiter et brûler plus rationnellement, voire même à améliorer.

La protection des creux et lits de torrents et rivières, etc... n'y sera surtout pas omise.

Pistes et villages.

En corollaire de la lutte antiérosive proprement dite à effectuer dans les champs, une attention spéciale devrait être apportée

d'urgence à la protection des pistes et villages, des fossés de dalots ou collecteurs, des chemins à bétail...

Cette protection des pistes et villages pourrait être assurée par la formation d'un tapis de kikuyu, trèfle rampant, cynodon, etc... duquel le bétail tirerait encore un excellent appoint — ceci, toutefois, à la condition que tous les services soient d'accord (médical, territorial et agricole) — le cheptel aidant, ces herbes pourraient tout aussi bien être maintenues courtes que complètement détruites.

Les parties de piste à affouillement profond déjà, seront corrigées par plantation de kikuyu envahissant de chaque côté de cet affouillement, suivie du remplissage progressif, au fur et à mesure de l'envahissement et de la protection du gazon désiré.

Pour la protection des centres de village, le cynodon nous paraît tout indiqué — il suffit d'observer les environs de certains gîtes pour s'y convaincre de l'efficacité et de la propreté de ce matériel.

Le black wattle n'est pas l'arbre indiqué pour les pistes : il donne trop d'ombrage, est souvent trop touffu et gêne les plantations environnantes. Nous lui préférons des essences érigées, telles que grévillea, podocarpus, voire cerisier du Mexique, laissant la vue sous leur couronne et n'étant pas néfastes aux cultures, tout en étant susceptibles de fournir, dans l'avenir, de bons bois d'œuvre.

Les fossés collecteurs ou de dalots seront avantageusement protégés par le *Pennisetum clandestinum* (kikuyu) sur le feutrage duquel glissera l'eau sans affouiller.

Ceinture absorbante et améliorante.

Pour les terres à longue jachère, ne revenant pas trop souvent sous culture, nous avons dit notre préférence de l'organisation en bandes alternées, marquées par des lignes d'érythrine ou mieux, des ceintures améliorantes

En l'occurrence, les terrasses avec haies de pennisetum y sont vouées à disparaitre dans une brousse trop envahissante, souvent calcinée, et leur présence s'y trouve, en réalité, quasi inopérante, du fait de la protection naturelle de cette brousse elle-même.

Rationnellement exploitées, ces bandes alternées tirent profit de cette protection de la brousse ou d'autres cultures plus serrées (petits pois) — mais ces bandes doivent être marquées; c'est pourquoi nous avons d'abord songé à une ligne de boutures d'érythrines plantées tous les 10 m. suivant les courbes de niveau et à une dénivellation régulière de 10 m.

Toutefois, nous préférons encore à ce système ordinaire la vulgarisation « de petites bandes ou ceintures améliorantes » dont les avantages très nombreux sont susceptibles de protéger, conserver et améliorer tous les sols, toutes les collines, tous les pâturages ainsi organisés.

Tous les 10 m. de dénivellation (distance moyenne de 20 à 40 m., suivant les pentes), l'on aura soin de faire marquer *deux courbes de niveau étagées de 2 m.* (comme pour une terrasse ordinaire) et garnies de boutures d'érythrine distancées de 10 m. dans ces courbes (source d'humus).

L'intérieur des terrasses ainsi obtenues gagnerait ensuite à être aménagé en légère tranchée destinée à recevoir les matières de défriche de la bande d'amont et arrosée naturellement par les eaux de même origine (tranchée avec bourrelet) (Fig. 4, p. 29).

Quels sont les buts et les avantages de cette ceinture absorbante?

— Source importante d'humus, par : les plantations arbustives, érythrine particulièrement. → Rassemblement des matières de défriche, sans incinération de la bande supérieure (compostage).

— Coupe-érosion, par tranchée-bourrelet avec éponge absorbante (arrosage naturel du compost désiré).

— Coupe-vent : érosion éolienne.

— Coupe-feu : (lors de la mise en culture ou gagnant de l'extérieur) ; les érythrines sont particulièrement résistantes aux feux de brousse.

— Semis de tephrosia, crotalaria, etc... pour ensemencement naturel de la bande inférieure.

— Foyer vivant de microorganismes susceptibles d'être facilement et très utilement disséminés dans la bande sous-jacente.

Aux ceintures absorbantes et améliorantes pourraient être confiés, suivant l'altitude, l'exposition et pour autant que les conditions écologiques puissent être respectées en faveur de chaque plante, des bananeraies, des caféraies, des cultures riches ou de réserve (colocases, pommes de terre, maïs, haricots, manioc, arachides, soja, ricin, tabac, etc...), des jardins légumiers, des vergers, etc... — ce seraient encore d'excellents emplacements pour habitation et dépendances au cas du retour de l'exploitant méritant au centre de ses terres.

Lors de l'établissement des champs de patates douce, les femmes ayant tendance à diriger les billons dans le sens de la pente, ce procédé sera littéralement proscrit et des billons de 1 m. environ de largeur seront orientés dans le sens des courbes de niveau.

On y enfouira, à profit, une faible partie des herbes de défrichement alors que le gros serait disposé en mulching dans les tranchées d'entre-billons. Ainsi, luttant contre l'érosion et protégeant le sol des rayons solaires, l'on tirerait encore bon parti des matières organiques de la brousse.

b) Diminution des exportations

En propageant le battage sur place, les chaumes et tiges des plantes cultivées, d'ordinaire transportés au village, seraient, dans la

mesure du possible, et compte tenu de la lutte contre les épiphyties, laissés à leur origine.

La lutte antiérosive étudiée au paragraphe précédent supprimera les exportations éoliennes et pluviales.

La diminution des incinérations lors de l'établissement des champs freinera les pertes dues au feu.

Ainsi, l'augmentation de l'humus du sol augmentant le pouvoir absorbant des terres, réduira la portée des lessivages (potasse).

c) **Augmentation des jachères naturelles**

Plusieurs moyens seront efficacement mis en œuvre pour activer le retour à d'importantes jachères naturelles et, afin de gagner du temps, des méthodes seront étudiées en vue de la propagation pratique de jachères artificielles.

Dans l'expectative du retour à de plus longues jachères naturelles, tout en ne touchant pas à l'économie du pays et en assurant le programme vivrier, l'on pourrait retenir les solutions suivantes :

1) **Glissement du trop-plein vers des régions plus riches et moins peuplées.** — La région des Bapere étant malarienne et antipathique aux populations d'altitude, cette émigration serait laborieuse et sujette à de nombreux et importants déboires. Par contre, l'établissement d'un programme de colonisation (à quinquina, par exemple) dans les régions de Mohangi, Malio de Beni et Beni même, fournirait l'exutoire recherché pour ce trop-plein et particulièrement pour tous ceux que nous avions qualifiés de « parasites » (population flottante).

2) **Réduction de certaines cultures particulièrement épuisantes avec intensification en zones basses de succédanés de ces cultures.**

Les emblavures de haricots pourraient être réduites à la seule sole succédant au froment, alors que le froment serait exploité durant le meilleur cycle cultural (voir assolement et jachères).

En ce cas, et retenant le maintien de la bonne norme des rations pour travailleurs miniers, il y aurait opportunité à développer, dans les basses régions, les cultures protéiniques — il serait alors fait appel à des denrées difficilement attaquables par les charançons telles que : soja, phaseolus angularis, haricots de Lima, pois cajan, etc.

3) **Réduction et suppression des zones parasites.**

En zones pauvres et peuplées telles que Lukanga - Kikwaya - Kiriri - Balongo, où les collines stériles et vacantes sont toutefois nombreuses — les cultures ne produisant plus seront avantageusement remplacées par les mêmes emblavures de sarrasin *aidant au boisement à outrance de ces régions.*

Cette céréale des contrées pauvres et des sols incomplets, schisteux, granitiques ou sablonneux, après avoir tapissé la terre d'une

draperie neigeuse, en fera sortir un lourd manteau protecteur et régénérateur.

La valeur non négligeable de ce grain : 10 à 12 % de matières azotées, 1 ½ à 2 % de graisse et 60 % de matières amylacées (sensiblement aussi nutritif que le blé) en aura tôt fait une denrée alimentaire appréciable et appréciée dont les Mines et le Moulin pourraient tirer bon parti — en compensation des cultures freinées en régions surcultivées.

La régénération du sol et le climat heureusement influencés par les nombreux boisements ainsi constitués sans grands efforts — la récompense des planteurs serait rapidement assurée, d'abord par deux ou trois récoltes de sarrasin et ensuite par des ventes de bois et charbon de bois (gazogènes), d'écorces à tanin, voire aussi et surtout de fruits comestibles et d'appoint, pour le cas de réussite d'introduction et de multiplication d'essences fruitières.

Ces régions, loin de rester tributaires des zones riches, verraient bien vite leur alimentation assurée et leurs revenus augmentés avec des terres capitalisées et une population stabilisée.

4) **Améliorations culturales avec vulgarisation de semences sélectionnées.** — Le terrain mieux protégé, entretenu, enrichi et régénéré pourra supporter des semences sélectionnées à haut rendement, et les deux principaux facteurs de productivité : richesse du sol et valeur des semences se trouvant réunis, les espoirs fondés seront réalisables — de hauts rendements étant ainsi obtenus, la réduction des soles fera place à de plus efficientes jachères.

5) **Boisements peuplés d'essences productives de graines alimentaires.** — Lors d'un stage en Dordogne, où la châtaigne joue un rôle important dans l'alimentation de l'homme et des animaux, nous fûmes frappé par la quantité appréciable de graines produites par des taillis de châtaigniers et dont la majeure partie était mise au grenier comme réserve alimentaire hivernale de la population autochtone.

Des essais d'introduction de cette si intéressante essence sylvicole mériteraient d'être poussés ici avec opiniâtreté. Les multiples variétés susceptibles d'essais nous offrent, d'ores et déjà, un gage de réussite quasi certaine.

Les tonnages de vivres ainsi apportés par cette forêt artificielle fixatrice et régénératrice du sol en même temps que régulatrice du climat ne seraient-ils pas d'un précieux appoint, tant alimentaire que pécuniaire ?

D'autres essences forestières, telles que Karité, Arbre à pain, « Mbelus », etc..., pourraient peut-être nous aider dans ce sens, mais il faudrait les rechercher, les importer, les acclimater, les multiplier.

6) **Introduction ou mieux amélioration de la chèvre locale dans le but d'en développer les qualités laitières.**

En conséquence d'une plus haute production laitière, la valeur des rations du cultivateur et de ses enfants se trouvera rehaussée et l'aide réelle fournie par le lait et le fromage réduisant les consommations locales des produits de culture, augmentera les disponibilités pour la vente.

7) **Développement de l'amélioration commencée du mouton indigène par absorption Romney-Marsh.**

Le boni en viande (80 à 90 kg. au lieu de 40 à 45 kg.) et la laine utile à la confection de vareuses grossières, augmentant les ressources, réduiront les charges, tout en améliorant les conditions vestimentaires des indigènes.

d) **Meilleure utilisation de la jachère naturelle**

Lors de l'ouverture d'une jachère naturelle, la brousse, coupée et laissée à sécher, est brûlée 15 jours à 1 mois après la coupe — les cendres restées à même le sol sont tôt emportées par les vents et les pluies — ainsi, cette *jachère dont on espérait tant s'est volatilisée et n'aura qu'un effet bien minime.*

Corrigeant ce défaut, la coupe des herbes sera faite assez longtemps à l'avance en vue d'une décomposition préalable suffisamment avancée que pour permettre, après déchaumage, un semis de pois sur les détritus restants, lesquels finiront de pourrir sous le tapis de verdure formé.

La plantation de pommes de terre sur précédente jachère, permettra encore une bonne utilisation de cette dernière, tout en profitant bien à la culture.

L'établissement de champs de patates douces sur des billons horizontaux recouvrant des andains d'herbes avec fossés d'entre-billons garnis du gros des matières de défriche y déposées en mulching, sera un excellent correctif aux méthodes d'incinération.

On pourrait reprocher les dangers d'un mauvais rapport C/N de ce procédé. Nous insistons sur le fait que la plus faible partie des matières serait enfouie dans ces billons, le plus gros étant disposé en entre-billons. De plus, l'abondance des chutes de pluies (1 m. 50 de moyenne) avec l'absorption totale de celles-ci réduirait ces dangers en fournissant l'O. nécessaire. Les racines adventives de la patate douce sont aussi mieux à même de surmonter l'asphyxie à craindre pour d'autres plantules ou graines.

Les ceintures absorbantes et les tranchées-compost joueront également un très grand rôle pour l'utilisation et la bonne transformation des jachères naturelles ou artificielles.

Ce processus, en renforçant le bon équilibre physique, chimique et biologique des sols (favorisant humification et minéralisation) conduirait, sans conteste, vers l'évolution à une culture régénératrice.

e) **Jachère artificielle adaptée**

La colonisation des plantes de jachères naturelles étant trop souvent longue et problématique en terrains surcultivés, le cultivateur aura, le plus souvent et autant que faire se peut, recours à un système de jachères artificielles adapté à ses méthodes culturales.

Nos essais d'introduction et vulgarisation de *Trèfle rampant*, nous portent à prôner cette jachère en tout premier lieu — elle mérite d'être vulgarisée partout à la fois pour sa rapide et parfaite protection du sol, sa forte fixation d'azote et son grand appoint alimentaire (porcins surtout).

De façon pratique, lorsque la jachère devra faire suite aux cultures dans les soles, des boutures seront repiquées dans les haricots de fin de rotation et lors du premier sarclage de ceux-ci. Nous essayons d'isoler quelques porte-graines.

Pour les cas de rotation à courtes jachères, la *Minette*, les *Vesces* et le *Fénugrec*, nous semblent plus indiqués encore.

Toutefois, certaines terres, trop appauvries ou trop sales, ne conviennent pas au trèfle rampant ou autres plantes de jachères « jardinées » — de même, le manque de boutures ou de semences nécessaires à garnir toutes les jachères nous ont poussé à rechercher d'autres plantes intéressantes en l'occurrence.

Des graines de *Tephrosia, Crotalaria*, mélangées aux semences de haricots de dernière sole rempliront ainsi parfaitement le but poursuivi sans grande augmentation de l'effort indigène (récolte des graines seulement — lors des sarclages des haricots, les femmes respecteront tout simplement les jeunes plantes de tephrosia, crotalaria et, à la récolte des haricots, ces plantes de jachère seront suffisamment aptes à couvrir entièrement le sol.

Nous avons dit notre préférence pour les petits pois semés dans des gazons retournés et sans le moindre sarclage subséquent, parce que faisant pourrir ces gazons au lieu de les brûler, et offrant de bons obstacles à l'érosion.

Cependant, si les deux jachères précédentes se trouvaient être généralisées, nous songerions alors à établir les emblavures de pois en parcelles réduites, bien soignées, sarclées et tuteurées pour en obtenir, avec un plus haut rendement/Ha., une bonne diminution des surfaces et de l'effort demandé. En effet, le sol protégé par des jachères de tephrosia, crotalaria fournirait, lors de la remise en culture, du bois à tuteurer les parcelles réduites de petits pois. Ce dernier ne serait plus considéré, dans ce cas, comme jachère de transformation, mais bien comme culture réelle et intensive — le sol étant suffisamment protégé et régénéré par de vraies jachères implantées et vulgarisées.

EXEMPLES DE ROTATION

Tableau I pour la moyenne des terres, système à vulgariser chez les Notables Luhotu, Mbaraga et Kikwaya, Chefferie de Boyora

Années		A	B	C	D	E	F	S	F	J	H	Surf. emp.
												Ha.
1ère	a	S	F	J	J	H	J	30	5	40	30	1.05
	b	F	H	J	S	J	J	5	30	65	5	1.05
2ème	a	H	J	S	F	J	J	30	5	40	30	1.05
	b	J	J	F	H	J	S	5	30	65	5	1.05
3ème	a	J	J	H	J	S	F	30	5	40	30	1.05
	b	J	S	J	J	F	H	5	30	65	5	1.05
4ème	a	S	F	J	J	H	J	30	5	40	30	1.05
	b	F	H	J	S	J	J	5	30	65	5	1.05
5ème	a	H	J	S	F	J	J	30	5	40	30	1.05
	b	J	J	F	H	J	S	5	30	65	5	1.05
6ème	a	J	J	H	J	S	F	30	5	40	30	1.05
	b	J	S	J	J	F	H	5	30	65	5	1.05
		30 a.	5 a.	30 a.	5 a.	30 a.	5 a.	35 a.	35 a.	105 a	35 a.	2.10

Annees: a = 1er cycle cultural
b = 2ème » »
A-C-E- = 3 soles de 30 ares chacune
B-D-F = 3 » 5 » »
S = cultures sarclées : pommes de terre, haricots, pois...
F = Froment
H = haricots sur chaumes froment
J = Jachères naturelles ou mieux améliorees

SOIT : 2Ha.10 par indig. et par an
Dont: 1Ha.05 de jachère
35a. de cult. sarcl.
35a. de froment
35a. de haricots
35+35+35 = 105a. de cultures

Tableau II

Années		A	B	C	D	S	F	J	H	Surf. em.
1ère	a	S	F	H	J	30	5	5	30	70 a.
	b	F	H	J	J	—	30	35	5	70 a.
2ème	a	H	F	J	J	—	5	35	30	70 a.
	b	F	H	J	J	—	30	35	5	70 a.
3ème	a	H	F	J	J	—	5	35	30	70 a.
	b	F	H	J	S	5	30	30	5	70 a.
4ème	a	H	J	S	F	30	5	5	30	70 a.
	b	J	J	F	H	—	30	35	5	70 a.
5ème	a	J	J	H	F	—	5	35	30	70 a.
	b	J	J	F	H	—	30	35	5	70 a.
6ème	a	J	J	H	F	—	5	35	30	70 a.
	b	J	S	F	H	5	30	30	5	70 a.
		30 a.	5 a.	30 a.	5 a.	70 a.	210 a.	350 a.	210 a.	840 a.

SOIT : 1 Ha. 40 par indigène et par an
Dont: jachère variable
35 ares de froment/cultures sarclées et har cots
35 ares de haricots/froment
cultures sarclées variables

Au système de *Rotation* et *Jachère,* exposé ci-avant comme étant de règle générale, nous prévoyons la modification suivante pour les cas où nous ne disposerions pas de terres suffisantes, ou encore, que les terres à froment soient rares et que les cultures sarclées ne puissent s'établir que dans des creux impropres au froment, etc...

Dans ce système : les cultures sarclées complémentaires sont faites dans les creux ou bas-fonds impropres au froment;
les jachères sont de 2 ans ½ au lieu de 1 an ½ et doivent donc être ressemées moins souvent;
il faut également moins de terre par indigène;
Il y a, par sole, 5 cycles de jachères pour 7 cycles de cultures (froment, haricots, sarclées) pour une période de 6 années (12 cycles).

Ce système serait d'application pour les zones sursaturées

Tableau III

Assolement quadriennal reporté sur 16 cycles culturaux afin d'augmenter l'implantation et l'efficience de la jachère choisie — ces cycles peuvent être réduits suivant le genre de jachère adopté (minette, trêfle, tephrosia...).

Cet assolement est en usage au Centre d'essais local de Lohutu, où nous disposons de peu de terres et où il doit nous instruire sur l'amélioration des sols sous jachère, sans fumure.

Parcelle		A	B	C	D
1ere année	a	Pl sarcl	Froment	Haricots	Jachère
	b	Froment	Haricots	Jachère	Pl. sarcl
2ème année	a	Haricots	Jachere	Pl. sarcl	Froment
	b	Jachère	Pl. sarcl	Froment	Haricots

ceci est le type d'assolement théorique pour le cas de jachères en culture dérobée ou intercalaire telles que minette, vesces, sarrasin, etc... — voir ci-dessous pour le cas de plus longues jachères pâturées ou non (trêfle rampant avec charge porcs, téphrosia, crotalaria, etc...).

Annees		Sole A	Sole B	Sole C	Sole D
1ère	a	Pl sarcl	Froment	Haricots	Jachere
	b	Froment	Haricots	Pl. sarcl.	Jachere
2ème	a	Haricots	Pl. sarcl.	Froment	Jachere
	b	Pl. sarcl	Froment	Haricots	Jachere
3ème	a	Froment	Haricots	Jachere	Pl sarcl
	b	Haricots	Pl. sarcl.	Jachere	Froment
4ème	a	Pl sarcl	Froment	Jachere	Haricots
	b	Froment	Haricots	Jachere	Pl sarcl
5eme	a	Haricots	Jachere	Pl sarcl	Froment
	b	Pl sarcl.	Jachere	Froment	Haricots
6eme	a	Froment	Jachère	Haricots	Pl. sarcl
	b	Haricots	Jachère	Pl. sarcl.	Froment
7eme	a	Jachère	Pl. sarcl.	Froment	Haricots
	b	Jachere	Froment	Haricots	Pl. sarcl.
8ème	a	Jachère	Haricots	Pl. sarcl.	Froment
	b	Jachère	Pl sarcl.	Froment	Haricots

Les tableaux I et II renseignent des types d'assolement pour le cas d'un cycle annuel plus poussé pour l'une ou l'autre culture en période plus favorable et réduit de même en période moins favorable.

Le tableau III donne le type d'assolement adopté à Luhotu, où le cycle cultural le plus favorable n'est pas exploité, en vue de l'obtention du plus grand nombre d'essais pour le même nombre d'années.

f) **Restitution et enrichissement**

Le recours à l'usage de fumiers ou composts, naturels ou artificiels fabriqués dans les villages se butera infailliblement aux travaux longs et fatiguants exigés par la charge, l'arrosage et les recoupes du compost, renforcés des transports pénibles et compte tenu et amplifié des conditions orographiques et économiques des régions visées.

Tout transport attelé ou de bât, avec schlittes, traineaux ou brouettes sera toujours complexe à vulgariser — sauf pour le cas de lotissement où chaque paysan retournera au centre de ses terres.

Ces difficultés mises à jour, recherchons un système de restitution mieux à portée des conditions qui nous occupent; ainsi, croyons-nous pouvoir prôner l'établissement précité de tranchées-compost en aval des haies et de ceintures absorbantes dans le but d'y déposer les produits de sarclages, battages, taille de haies, matières de défriche, etc... enrichis des cendres apportées au jour le jour des villages

Avec l'amélioration du mouton indigène par absorption Romney-Marsh, il nous paraît doublement utile de vulgariser, par village, ou par clan, la construction de belles bergeries communales, destinées à recevoir toutes les pailles, tiges et déchets des battages effectués au village, pour servir de litière aux animaux s'y abritant la nuit des intempéries, et source périodique d'un excellent fumier obtenu sans beaucoup de peines et tout indiqué pour renforcer encore les tranchées-compost dans les champs.

Le procédé des tranchées-compost permettrait l'obtention, peu onéreuse et sur place, d'un humus dont l'épandage serait des plus facile et dont l'efficacité permettrait le maintien de la fertilité des parties supérieures des terrasses (parties vierges).

g) **Boisements**

Comme nous l'avons signalé dans la rubrique des jachères, un vaste programme de boisements doit atteindre tous les sols dégradés ou trop en pente. Le sarrasin sera, en l'occurrence, d'une aide des plus précieuses.

En fin d'exercice 1947, nous enregistrons une superficie totale de boisements de 1.498 Ha. 60 a. pour le territoire de Lubero seulement et peuplée quasi exclusivement de Black Wattle.

Il serait d'actualité de rechercher et introduire des essences sylvicoles d'intérêt plus varié encore — avec le bois de feu, de con-

struction et d'œuvre, le natif devrait y trouver un peuplement source d'appoint alimentaire (châtaigniers, noyers, chênes, noisetiers, etc...)

En tant que brise-vent et destructeur de l'illuvium, la plantation de boutures d'érythrine à même les cultures trouverait sa bonne place — ces boutures étant plantées toutes les 3 - 6 - 9 ou 12 terrasses (en fonction de la déclivité du sol) en épousant les fossés de garde et les déversoirs d'eau en excès (ceintures absorbantes).

Par ailleurs, et afin d'attirer la sympathie du terrien, le marquage régulier, par exemple, tous les 10 m. dans les courbes de niveau, trouverait la meilleure utilisation pratique de cette intéressante légumineuse qui, taillée en têtards lors des emblavures, et laissée lors des jachères, fournirait en même temps une source non négligeable de matières prélevées à l'air et aux couches profondes du sol.

Le travail de l'agronome passerait ainsi de l'arpentage destructeur à une technique de perfectionnement.

h) **Cultures de réserve et pérennes**

Là où la chose est possible, le cultivateur aura tout intérêt à établir des cultures de réserve et à hauts rendements (manioc, taro, etc..., adaptées aux hautes altitudes, et à cultiver dans les creux ou bas-fonds fertiles, dans les ceintures absorbantes).

Les cultures arbustives et pérennes telles que caféiers, ricin, quinquina (riches), bananiers, etc... de réserve auront également leur justification vis-à-vis de la conservation des sols et d'autant plus importante qu'elles seront mieux soignées (mulch dans caféiers..., fumure des bananeraies, etc..., et utilisation dans le même sens des ceintures absorbantes). Le facteur ombrage des caféraies est également retenu.

Les cultures fruitières (cerisiers, pruniers, noyers, etc...) restent encore susceptibles d'être progressivement inroduites et vulgarisées, en tant que source de vitamines et de revenus.

i) **Organisation de pâturages**

Dans les régions surcultivées, l'élevage du gros bétail ne devra jamais prendre une forte extension (à moins que les spéculations économiques ne changent). Par la charge des terres, les chemins d'affouillement provoqués et la destruction des terrasses, le gros bétail doit être considéré comme un des principaux agents de la dégradation des sols (Ruanda). L'importance de son capital d'achat le met, du reste, à la portée d'une classe très restreinte.

Il mérite, toutefois, d'être retenu en petits noyaux dans l'expectative d'une évolution agricole et de labours attelés.

Le frein mis ainsi à l'extension du gros bétail, les noyaux conservés ne nécessiteront que quelques pâtures — lesquelles seraient

avantageusement créées en *Phalaris tuberosa, Paspalum dilatatum* et, mieux, Kikuyu couvrant parfaitement le sol et susceptible de refermer les chemins tracés → ceci, dans des terres à vocation herbagère et avec organisation en verger garni de ceinture brise-vent et coupe-feu.

Le petit bétail ovin et caprin se contentera des rapines et des chaumes après récoltes avec, éventuellement, quelques réserves en terrain très déclive. Le matete des haies antiérosives, ainsi que les jachères de trèfle, minette, etc... apporteront une bonne contribution à l'amélioration qualitative des petits élevages.

Pour les porcs, dont l'élevage, quoique destructif des terrasses, tranchées, etc..., mérite d'être maintenu pour sa source importante de revenus et de viande — la création de parcelles de trèfle rampant (jachères) serait à vulgariser et les centres des villages eux-mêmes, pourraient se tapisser de cette intéressante légumineuse, y freinant ainsi la forte érodibilité y constatée.

Il n'en est pas de même des réelles **régions d'élevage,** telles la plaine de Luofu en territoire de Lubero et la plaine des Bahema en territoire de Beni, où des incendies périodiques, provoqués ou non, détériorent de plus en plus les pâturages naturels et gagnent trop souvent les contreforts pour les rendre complètement désertiques, et cela à une allure très rapide.

Dans de telles zones, l'érosion doit être rapidement freinée par des ceintures absorbantes et brise-vent; le feu dévastateur doit être arrêté et réglementé par des ceintures efficaces et cultivées pour lesquelles l'érythrine apportera à nouveau une très heureuse contribution.

j) **Feux de brousse**

De nombreux procès-verbaux et condamnations au cours de l'année ont réprimé les délits.

Ce moyen n'est, à notre avis que d'efficacité réduite et, souvent, les vrais coupables échappent à la juridiction — combien de fois ne voit-on pas le soi-disant responsable apparaître sous la forme d'un « incapable » (femme, enfant, vieillard, estropié...) — ces incendies volontaires ayant pour principaux mobiles la chasse et la récolte de miel, devraient plutôt retomber sur la collectivité, voire sur le chef principal intéressé à ces chasses ou à ces récoltes.

Toutefois, le frein mis jusqu'à présent aux incendies de brousse nous montre déjà une heureuse évolution de la population herbeuse et arbustive des régions protégées.

Cependant, la vulgarisation, à toutes les zones propices à ces grands incendies, de ceintures culturales et absorbantes deviendrait d'heureuse répercussion sur la conservation et l'amélioration du sol.

k) Drainage des marais

Les marais étant, à Lubero, généralement de faible importance, nous ne voyons qu'un intérêt restreint à les drainer — ceci, compte tenu du maintien de la nappe aquifère utile à la climatologie et à l'hydrologie locales.

l) Dératisation

En conséquence des haies antiérosives et de la réduction des incinérations, une lutte efficace devrait être menée contre tous les rongeurs nuisibles. Peut-être que la mise au point d'un virus contagieux et spécial à ces rongeurs en serait la solution.

PERFECTIONNEMENT DE L'AGRICULTURE INDIGENE

Conjointement au programme adapté au milieu actuel et élaboré comme premier correctif à la situation présente, nos efforts seront dirigés vers un programme d'éducation progressive d'une agriculture rationnelle, intensive et sans contrainte.

Plusieurs moyens peuvent permettre d'atteindre ce but ·

1) Enseignement agricole dans les écoles.
2) Organisation d'un village coutumier ou artificiel à faire évoluer.
3) Paysannat indigène par fermes-écoles
4) Colonisation blanche avec métayage noir.

Nous reprenons ci-après ces divers points de vue :

I. — Enseignement agricole dans les écoles.

Nous ne constatons, malheureusement, que trop le désintéressement des choses de la terre et l'exode rural de la majorité des élèves sortant des écoles locales, même primaires

Certes, la saturation d'éléments lettrés freinera, dans l'avenir, cette fuite du milieu rural.

Mais nous pensons que le programme d'enseignement agricole doit faire abstraction des grandes théories pour ressasser davantage l'intérêt et les défauts des choses locales, telles :

— intérêt du sol, avec maintien et augmentation de sa fertilité;
— économie de l'agriculture et des élevages régionaux,
— intérêt des sélections et profits à tirer des bonnes graines;
— maladies des plantes locales et moyens de lutte préventive et curative;
— maladies et parasites des animaux domestiques;
— ennemis des plantes utiles et moyens de lutte;
— buts et avantages des boisements;
— buts et avantages de la lutte antiérosive et contre les feux de brousse.

Chaque école, même de brousse, devrait être complétée de parcelles comparatives établies dans les meilleures règles de l'agriculture régionale et faisant ressortir le bien-fondé et les profits à retirer d'une agriculture rationnelle, conservatrice et rentable.

Les leçons et démonstrations devraient toujours être données en collaboration avec le Service Agronomique local.

II. — **Organisation d'un village coutumier ou artificiel.**

Où seraient dispensés tous les conseils techniques nécessaires à l'évolution du perfectionnement agricole, devant servir d'exemple — sorte de propriété domaniale aux terres de cultures fixées et loties, fumées et regénérées par des assolements et jachères rationnels — aux pâturages organisés et productifs — à la population stabilisée — aux boisements, sources, barrages aménagés — aux travaux d'entraide communale pour ce qui serait des labours attelés — à l'artisanat (forgerons, menuisiers, maçons, etc...) dans le but du mieux-être de la collectivité et du sol qui la supporte et la nourrit.

Le principe, quoique très beau et prometteur de résultats, ne serait pas sans obstacles et difficultés dont la plus grande serait sans conteste l'émigration plus ou moins rapide des intéressés vers d'autres lieux, vers d'autres villages que leurs conceptions primitives aura classés comme privilégiés et exigeant moins de travaux

Pour le cas de villages artificiels, les nombreux candidats moniteurs agricoles (élèves de Missions sortis d'école primaire) pourraient en constituer l'effectif.

III. — **Paysannat indigène.**

En vue de tendre vers la suppression de la contrainte en matière agricole, le Gouvernement a mis sur pied un programme d'enseignement spécial.

Deux Missions du Vicariat de Beni : Bingi et Kiondo, s'intéressèrent à la question des fermes-écoles

Les premiers sortants se sont établis en brousse où ils doivent, en principe, recevoir les conseils techniques voulus de l'Agent Agricole — ceci, tout en restant en contact avec les fermes-écoles

Ayant, à maintes reprises, visité ces jeunes fermiers, nous avons pu constater quelques débuts de réalisations — mais, nous croyons opportun de signaler de suite l'isolement dans lequel ils se trouvent souvent placés et les avantages qu'il y aurait à les grouper en villages artificiels.

Par ailleurs, et dans le même ordre d'idées, un *centre de stagiaires-fermiers* pourrait être adjoint aux Centres d'essais locaux de Luhotu, de manière à perfectionner encore les pratiques agricoles à adopter par ces débutants et à favoriser leur première installation.

Ces stagiaires, après 6 mois à 1 an sortiraient enrichis du fruit de leur travail, de méthodes perfectionnées et de leurs observations (semences, bétail, outillage, etc...).

Quant à leur installation définitive, ils pourraient se fixer à portée de la station ou des résidences d'assistants agricoles intéressants et expérimentés susceptibles de leur dispenser aide et conseils ou encore et mieux dans des blocs de paysannat indigène.

Des sortes de petites métairies seraient alors construites et aménagées aux frais de l'Etat et des Chefferies et chaque stagiaire méritant y trouverait de quoi s'installer et produire.

Tout individu récalcitrant, paresseux ou de mauvaise foi serait banni de la communauté agricole créée.

Le bien-être et l'aisance venant en récompense aux fermiers laborieux, soigneux et éclairés auraient tôt fait la propagande de ce paysannat.

IV. — **Colonisation blanche avec métayage noir.**

Cette conception sera plus particulièrement indiquée pour ce qui concerne les régions appelées à servir d'exutoire.

De vastes étendues de terres inexploitées pourraient être cédées à la colonisation européenne susceptible d'y établir un programme agricole en collaboration avec des métayers noirs — du moins pour ce qui touche les cultures vivrières.

Ces métayers noirs pourraient, nous l'espérons ainsi (malgré que les colons Blancs ne soient pas toujours les premiers à montrer. l'exemple de bonne organisation, exploitation et conservation de leurs terres), profiter de l'aide et des conseils de leurs tuteurs blancs et s'initier alors à une agriculture perfectionnée, conservatrice et rentable.

Pour terminer, disons que l'enseignement agricole, d'où qu'il vienne (écoles, colons, service agricole régional, etc...) simple et pratique, non entaché d'erreurs et de mécomptes graves (innovations non expérimentées à proscrire ou à prôner avec grande circonspection), aura la plus heureuse répercussion sur l'avenir des générations agricoles.

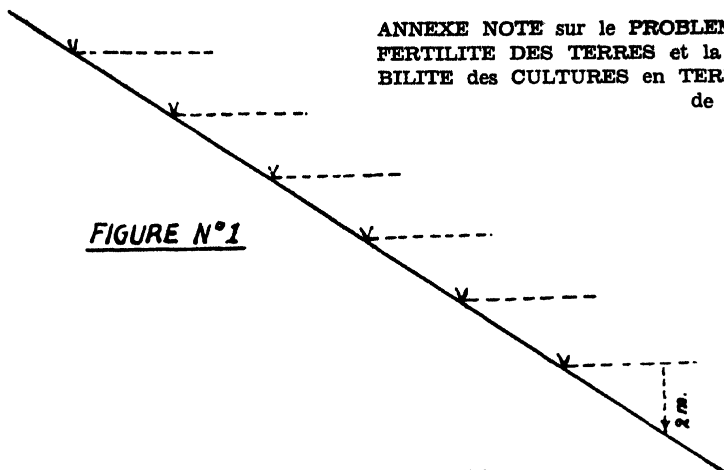
En conclusion, une nature transfigurée, vivante et se capitalisant toujours davantage amènera, avec la luxuriance retrouvée, un bien-être et une aisance toujours accrus et les populations à venir ne pourront que se souvenir avec reconnaissance de la parfaite bonne gérance agraire de leurs prédécesseurs.

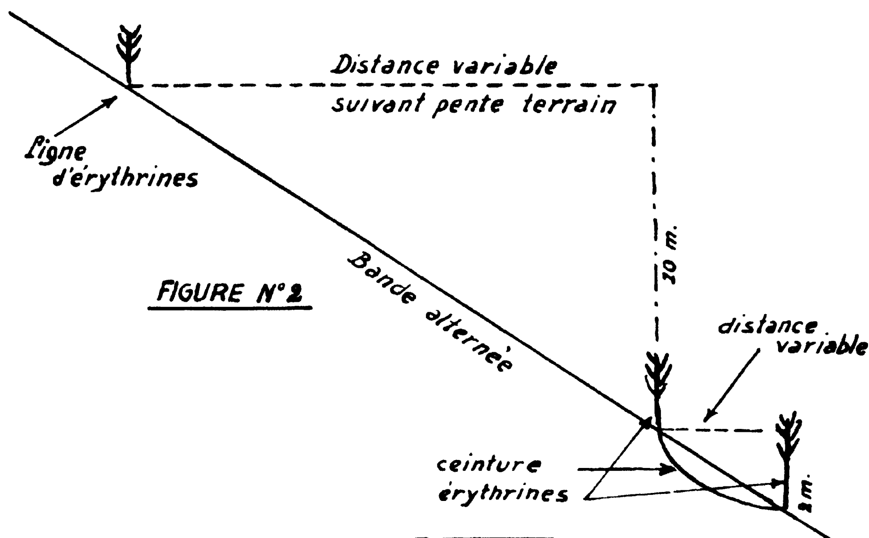
Les grandes lignes de ce programme sont en bonne voie de réalisation dans le territoire de Lubero.

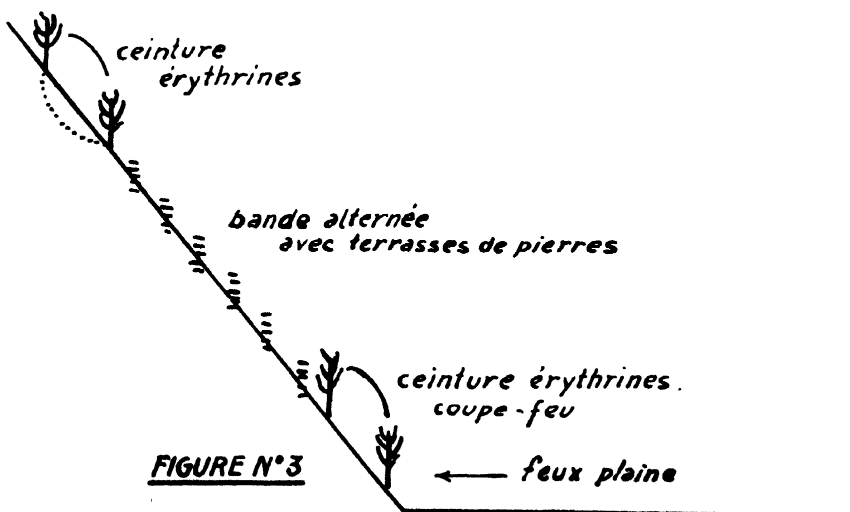
Nous ajoutons à cette note divers croquis et de la documentation photographique.

Luhotu, le 8 août 1948.

ANNEXE NOTE sur le PROBLEME de la FERTILITE DES TERRES et la RENTABILITE des CULTURES en TERRITOIRE de LUBERO







ANNEXE NOTE sur le PROBLEME de la FERTILITE des TERRES et la RENTABILITE des CULTURES en TERRITOIRE de LUBERO.

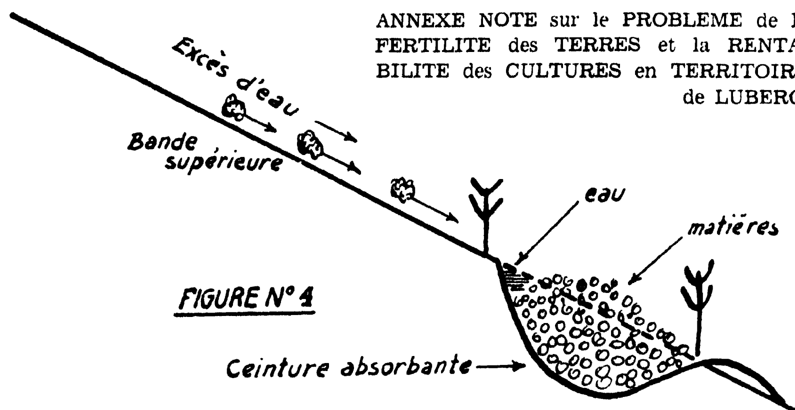


FIGURE N° 4

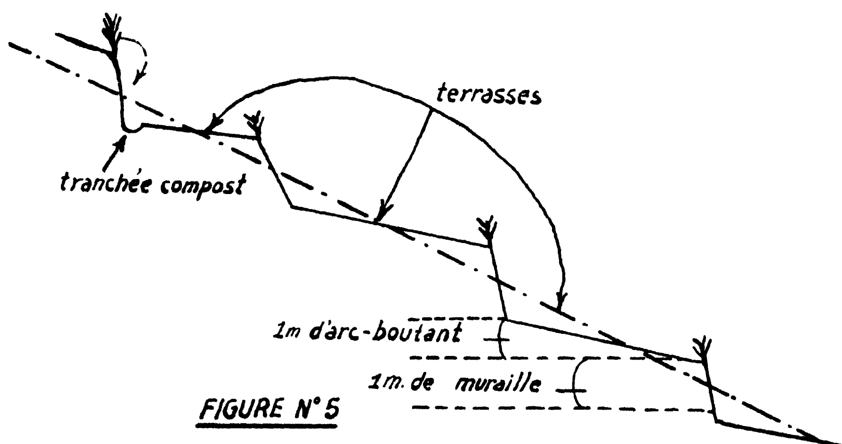


FIGURE N° 5

A. — Aspect général de la région. (avant la lutte antiérosive)



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

1) Route Butembo-Lubero par crête Congo-Nil. Actuel emplacement du magasin à froment, entrée du C E. L. de Luhotu.



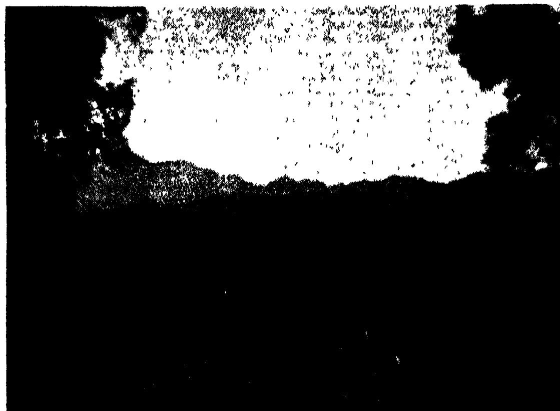
(Photo M.-M -H. Jaumain.)

2) Vue générale des collines depuis Luhotu



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

3) Vue prise devant le gite de Luhotu et vers l'Ihomba.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

4) Vue générale prise de Luhotu et vers l'Ihomba (Bukenie)

B. — Aspect général de la région.
(avant la lutte antiérosive)



(Photo M.-M.-H Jaumain.)

5) Vue d'ensemble de collines sous culture du Boyora.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

6) Vue du village Mutambi et vers le Lubwe avec route Butembo-Lubero.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

Village de Bayangwa (Boyora) montrant la nécessité d'un tapis protecteur.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

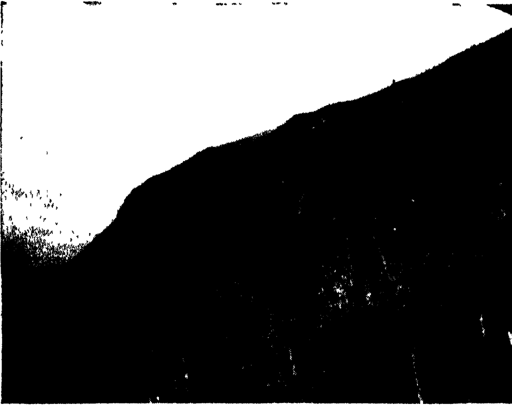
8) Village de Vukondi (Bukenie) montrant, avec la nécessité émise au n° 7, la protection que pourr[ait] y assurer un boisement.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

C. — Quelques aspects de la dégradation des sols

9) Affouillement dans une piste indigène, même boisée aux environs de Kyondo (Bashu).



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)
Contreforts du lac Edouard, constamment léchés par feux gagnant de la plaine des Bahema et devenus complètement stériles — Colline Thikuluma



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)
11) Même affouillement qu'à la photo 9 ci-dessus.



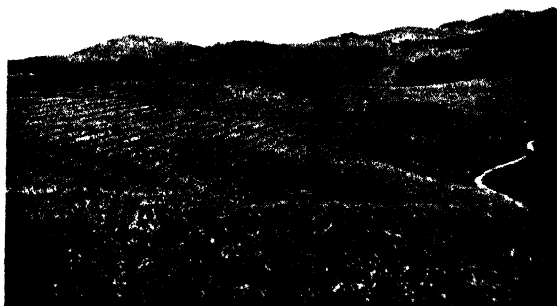
(Photo M.-M.-H. Jaumain.)
12) Contreforts de la plaine des Bahema.
pect du terrain dégradé au gîte de Luvere (terr. Beni).

D. — Lutte anti-érosive



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

13) Recherche des courbes de niveau au moyen d'un appareil rustique fabriqué sur place.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

14) Ensemble montrant la lutte anti-érosive dans les cultures indigènes avec creux à bananiers et collines boisées.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

15) Cultures indigènes en terrasses (Bayangwa).



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

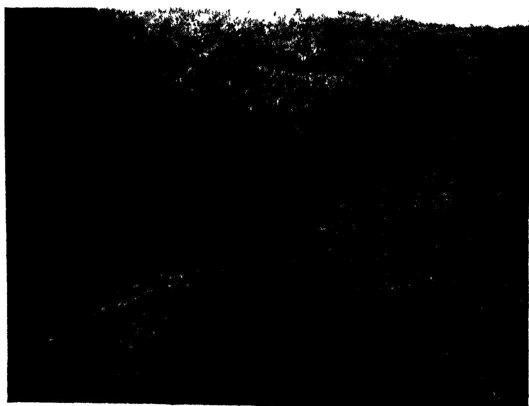
16) Cultures de haricots indigènes en lignes et en terrasses.

E. — Lutte anti-érosive



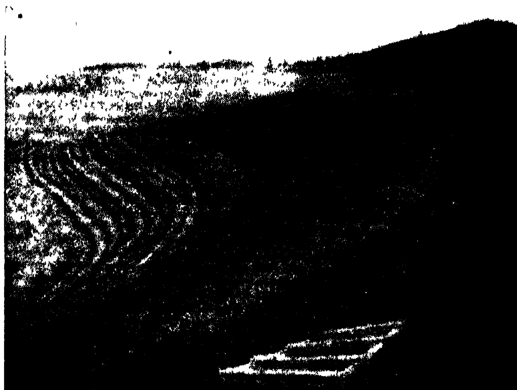
(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

17) Cultures de haricots et pois en terrasses renforcees de ceintures absorbantes non boisées



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

18) Intérêt du *Pennisetum* en tant qu'apport de matières et protection du sol lors du retour à la jachère (ici de trèfle).



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

19) Culture du froment en terrasses et hersage rustique.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

20) Lutte anti-erosive avec matériel « matete » montrant le mulch fourni par les matières coupées ainsi que les débuts de la jachère de trèfle rampant.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

21) Effets de l'erosion.

F. — **Lutte anti-érosive**



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

22) Plantation de patates douces en billons horizontaux avec tranchées d'entre-billons garnies du gros des matières de défriche.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

23) Ensemble d'une colline piquetée et plantée de « matete ».



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

24) Plantation de patates douces comme à la photo 22 montrant la parfaite utilisation des herbes de défriche.

G. — Centre d'essais locaux et de sélections de Luhotu



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

25) Débuts de ce Centre en 1943



(Photo M.-M.-H. Jaumain)

26) Aspect de ce Centre en 1947.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

27) Centre d'essais locaux de Luhotu.
Parcelles d'essais comparatifs.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

28) Centre d'essais locaux de Luhotu.
Champs d'essais avec ceintures absorbantes de lupin.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

29) Nos premiers essais d'introduction à Musienene en 1940

H. — **Trèfle rampant**



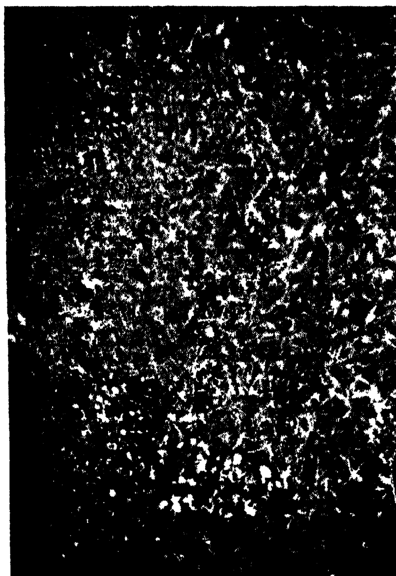
(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

30) Parcelles en fleur devant le gîte de Luhotu
On y remarquera le caractère envahissant de ce trèfle, allant jusque dans l'allée.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

31) Parcelle de trèfle blanc devant le gîte de Luhotu montrant la production et la parfaite couverture du sol — ce trèfle ayant envahi l'allée



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

32) Même chose qu'au 31.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

33) Sommets de collines reboisés.

I. — Boisements



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

34) Même chose qu'au 33.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

35) Colline rocailleuse à boiser.



(Photo M.-M.-H. Jaumain.)

36) Sommet de colline boisé avec flanc cultivé de pommes de terre.

Note sur quelques essais et réalisations pratiques de travaux anti-érosion au Ruanda-Urundi

par

J. LENS.
Agronome au Ruanda-Urundi.

Depuis de nombreuses années, l'attention a été attirée dans les régions montagneuses de l'est de la colonie par l'appauvrissement rapide que subissent les terres de culture situées à flanc de montagne. Dans les régions envisagées, la seule cause d'érosion immédiatement menaçante est le ruissellement de l'eau, qui suit toute pluie quelque peu importante. Les effets de ce ruissellement sont de deux sortes :

a) Les effets qu'on peut appeler spectaculaires; à savoir : glissements de terrain, ravinements prononcés aux endroits où se concentrent les divers filets d'eau d'un même bassin, mise à nu de rochers par enlèvement de toute la couverture de terre, etc.

b) Les effets non spectaculaires, c'est-à-dire l'appauvrissement progressif et continu de toute la terre dont les éléments solubles et les fines particules sont emportés après chaque pluie par les innombrables filets d'eau qui parcourent le terrain.Ces effets non spectaculaires sont précisément les plus dangereux. Ils échappent à l'observateur non averti mais sont vivement ressentis par ceux qui veulent au cours de quelques années successives observer les cultures et chiffrer les récoltes d'un même terrain soumis à ce grignotement.

Des Européens sceptiques ont parfois objecté qu'un fait historique infirme tant de raisonnements tendant à prouver l'existence de ce danger; que le Ruanda et l'Urundi ont bien vécu pendant des siècles sans s'inquiéter de cette érosion au sujet de laquelle on voudrait subitement les faire tant s'agiter, et que vraiment il n'y a pas lieu d'ennuyer de paisibles cultivateurs en leur faisant faire quelque chose d'inutile.

Le Ruanda et l'Urundi ont vécu longtemps sans s'occuper de l'érosion. La plus grosse partie des terres était réservée aux pâturages pour le bétail des indigènes de la race Mututsi qui commandait sans contrôle et, afin d'être certains que ce bétail ne manque de rien, les Watutsi réservaient largement, c'est-à-dire 4 ou 5 fois plus que les su-

perficies nécessaires. Quant à la race dominée, les Bahutu, ils cultivaient quelques petits champs là où leurs chefs le leur permettaient. Leur indolence naturelle s'accommodait assez bien d'ailleurs de cet effort minime; et, quand survenait une sécheresse intempestive, un accident quelconque, les Bahutu mouraient de faim tout simplement. Il est bien connu qu'une terre couverte, ne fût-ce que par un pâturage est infiniment moins attaquée qu'une terre cultivée et labourée. Dans ces conditions, c'est-à-dire en cultivant fort peu, en étant de ce fait régulièrement sous-alimentés, et en mourant plus ou moins de faim après chaque saison peu favorable, les Banyaruanda et les Barundi n'avaient évidemment pas à se soucier beaucoup de l'érosion.

L'occupation belge a modifié du tout au tout ces conditions. Un des principaux points du programme a été la lutte contre les famines périodiques et entre autres mesures, l'imposition par adulte d'un minimum de cultures vivrières. Alors tout a changé; les jachères ont été réduites et espacées; les pâturages en partie labourés, les mêmes terrains cultivés inlassablement deux fois par an. Les premiers résultats ont été l'abondance, mais hélas il a fallu se rendre compte bientôt que les rendements diminuaient, que les terres « se vidaient ». Le problème de l'érosion se posait.

Il fut donc décidé d'agir. On expliqua aux indigènes et particulièrement aux notables comment et pourquoi leur pays était menacé de se transformer rapidement en un désert rocailleux si l'on n'empêchait pas la couche de terre arable de s'écouler vers les vallées et les rivières. Les indigènes approuvèrent bruyamment par habitude, mais n'y comprirent rien pour la plupart et, ceux qui comprirent se dirent que. quand une terre était ruinée, leurs ancêtres la quittaient pour aller s'installer ailleurs. ce qui est bien moins fatigant que de lutter contre l'inévitable. Ce fut donc, en général, sans conviction, que furent entrepris les premiers travaux anti-érosion.

PREMIERES MESURES

On décida de généraliser partout et à travers toutes les cultures la création de haies vives destinées à retenir les terres. On employa pour ce faire diverses plantes *(pennisetum, euphorbes, vetiver,* certaines labiées, des légumineuses diverses; *cassia, sesbania, tephrosia).* L'établissement de haies vives bien plantées et recevant un minimum d'entretien (remplacer les manquants, boucher les brêches, tailler) constitue un obstacle très sérieux à l'érosion. Malheureusement, la plupart des indigènes plantaient leurs boutures de pennisetum (plante le plus généralement employée) n'importe quand et n'importe comment et puis ne s'en occupaient jamais plus. Tantôt les boutures se desséchaient, tantôt ils les enlevaient discrètement à la saison suivante sous prétexte que leurs touffes et leurs racines servaient de refuge aux oiseaux et aux rats ou que leurs racines concurrençaient trop celles des

plantes vivrières plantées à proximité. Quand, suite à une propagande intense et impérieuse, un travail d'ensemble était réussi il fallait une surveillance continue pour obtenir un entretien sommaire. Incompréhension, paresse, nonchalance, mauvaise volonté firent éprouver bien des déboires à ceux qui s'occupèrent de cette question. Quand un

Carte de la région de Ruhengeri.

Européen, prenant la chose à cœur, parvenait contre vents et marées à obtenir un résultat appréciable dans une région, il suffisait que pour une raison quelconque il quitte cette région sans être remplacé pour que les indigènes livrés à eux-mêmes, laissent tout péricliter en quelques mois. Après quoi tout était à recommencer.

Bref, le grand inconvénient du système était de demander un entretien de haies vives et, par conséquent, une grande continuité dans

l'effort, chose qui n'est possible qu'avec des travailleurs bien convaincus et une stabilité du cadre européen rarement possible.

Une autre méthode fut également employée qui consistait à laisser entre les champs des bandes de pâturages non labourées et assez larges. Les résultats de ce moyen simple sont très bons, mais :

— sans une surveillance constante, les bandes sont un peu grignotées à l'occasion de chaque labour et finissent par disparaître;

— La mise en œuvre de ce système nécessite aussi un parcellement des collines *avant* la culture, c'est-à-dire un acte de réflexion et de prévoyance des notables, une dérogation à l'habitude de travailler au jour le jour sans plan d'ensemble. En outre, un piquetage à l'œil de ces bandes réservées est souvent défectueux et il semble, au total, plus logique d'agir un peu plus lentement peut-être mais d'une manière plus soignée.

En 1944, il fut jugé opportun d'expérimenter dans le secteur Ruhengeri-Kabaya un système qui éliminerait certains des inconvénients signalés ci-dessus et particulièrement l'entretien des haies vives si difficile à obtenir.

On peut dire que, toutes autres conditions égales, l'érosion due au ruissellement est proportionnelle à la pente du terrain et que tout le problème consiste à diminuer cette pente. En d'autres termes, il faut d'une façon quelconque arriver à transformer en terrasses horizontales superposées tout flanc de colline qui doit être par la culture privé à intervalles réguliers de sa protection végétale naturelle (pâturage, forêt ou stades intermédiaires).

M. l'Agent Territorial Principal LABIAU réalisa depuis 1944 le piquetage d'un grand nombre de collines terrassées en secteur de Kabaya; j'en effectuai d'autres en territoire de Ruhengeri. Divers appareils de piquetage furent essayés (grand triangle en planches, muni d'un fil à plomb, appareils de visée divers tels le clysimètre à collimateur du type employé pour les tracés de routes, « planche à pente (ou nivelette) munie d'un niveau de maçon telle que l'employent pour le piquetage des « races » les exploitants miniers). Des dénivellations plus ou moins grandes furent essayées (de 2 à 5 mètres) entre terrasses voisines. Diverses méthodes furent utilisées pour la création du premier arrêt devant progressivement provoquer l'horizontalité de la terrasse.

En 1946, on peut dire que le système auquel par tâtonnement on est arrivé, est encore susceptible de perfectionnements, mais donne déjà des résultats excellents et peut être généralisé.

EXPOSE DU SYSTEME EMPLOYE

Supposons, pour la facilité de l'exposé, une colline vierge de toute culture, un mamelon se détachant nettement des collines avoisinantes, dont les flancs en pente uniforme, forment avec l'horizontale

un angle de 45° et que nous voulons cultiver en terrasses équidistantes de 5 mètres (en altitude).

La colline envisagée a (toujours par hypothèse) 25 mètres de hauteur. Nous aurons donc à établir cinq terrasses numérotées 1, 2, 3, 4, 5 de la base au sommet (fig. 1).

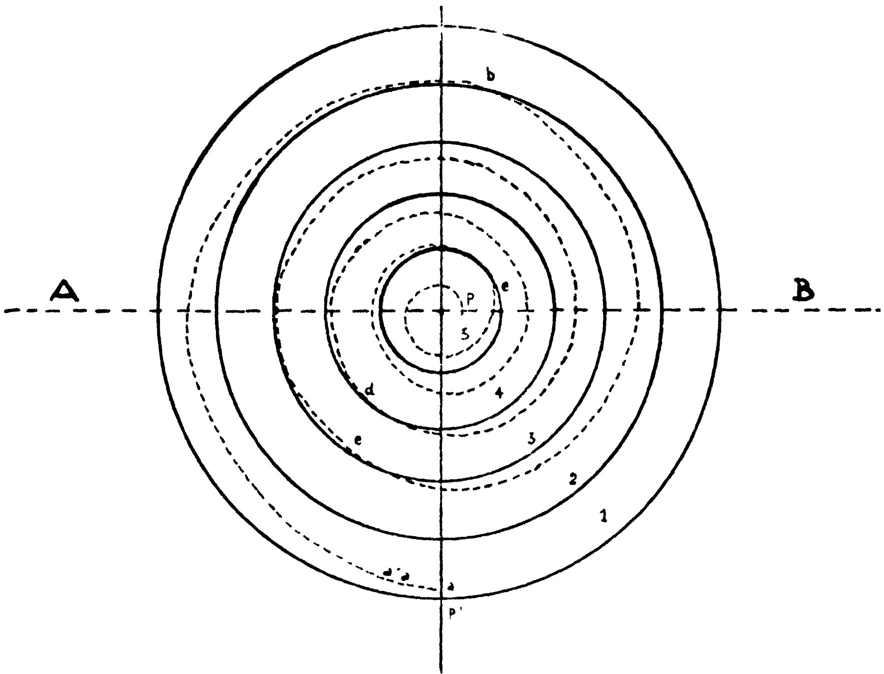


FIG 1.

Anticipons et voyons quel sera l'aspect d'une coupe A.B. de cette colline quand le résultat final, c'est-à-dire la formation de cinq terrasses horizontales, sera obtenu. Nous aurons alors un escalier à cinq marches dont chacune aura cinq mètres de haut (fig. 2). Il sera donc absolument impossible de parcourir la colline de haut en bas. C'est pourquoi il est indispensable de prévoir une piste qui desservira les cinq terrasses et permettre le passage de l'une à l'autre. Pour cette raison, l'ordre des travaux sera le suivant :

a) **Piquetage d'une piste et pose des piquets équidistants de 5 m.**

Le premier travail sera de piqueter du haut au bas de la colline une piste P.P' (fig. 1) à pente uniforme, piste qui traversera obliquement toutes les terrasses. On peut adopter pour la pente longitudinale de cette piste des valeurs diverses 3, 4, 5,... 10 %. Plus la pente sera faible, plus la piste sera longue. En pratique, il est à conseiller de ne pas dépasser des pentes de 10 %, même en terrain fort accidenté. Des pentes plus fortes sont cause de ravinements dus à l'eau qui s'écoule

trop impétueusement le long de la piste. En outre, les déplacements un peu longs dans une montée continue de plus de 10 % sont extrêmement fatigants.

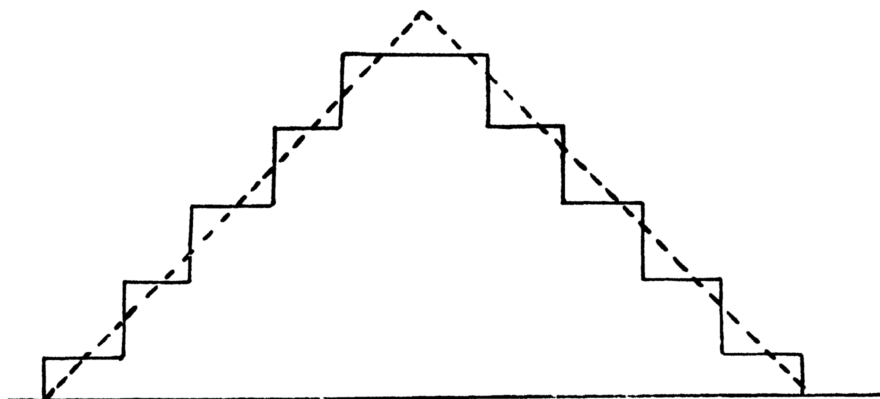


FIG. 2.

Dès que le piquetage de la piste est effectué du haut au bas de la colline, elle est immédiatement faite à la houe. Sa largeur sera déterminée par la superficie du terrain desservi et le genre de transport qui y sera effectué. Presque toujours une largeur de 2 mètres (1 mètre déblai et 1 mètre remblai) sera largement suffisante, puisque ces champs seront presque toujours parcourus à pied et les transports di-

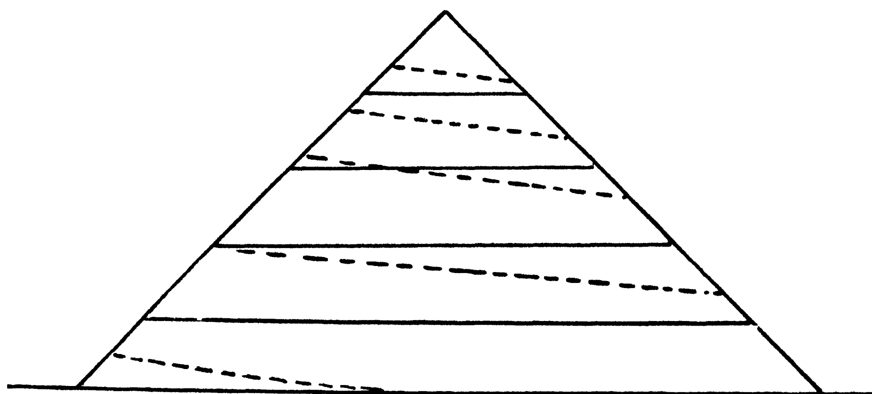


FIG. 3.

vers effectués par portage. Une piste bien tracée s'élargit d'ailleurs d'elle-même par l'entretien dont elle est l'objet (enlèvement de matières du côté talus et apport de ces mêmes matières du côté ravin) et est susceptible de se transformer aisément en petite route carrossable.

Supposons la piste P.P' (fig. 1) achevée. Lors de son piquetage, nous avons par un procédé fort simple, qui sera décrit ci-après,

posé cinq piquets solides et se différenciant des autres par quelque particularité, aux points a, b, c, d, e. Ces piquets sont enfoncés au ras du sol et leurs têtes matérialisent chacune un point d'une horizontale. Chacune de ces horizontales est une courbe de niveau distante (en altitude) de 5 mètres de ses deux voisines.

b) **Tracé des courbes de niveau.**

De chacun des points a, b, c, d, e (fig. 2) cinq lignes matérialisées par de petits piquets dont les têtes sont au même niveau (fig. 4) seront tracées autour de la colline.

Par définition (puisque ces lignes sont des courbes de niveau), la ligne *a* commence en *a*, contourne la colline et revient se terminer en *a*. La ligne *b* commence et finit en *b*, etc.

Ces courbes de niveau sont tracées au moyen de la planche à pente qui sera décrite ci-après.

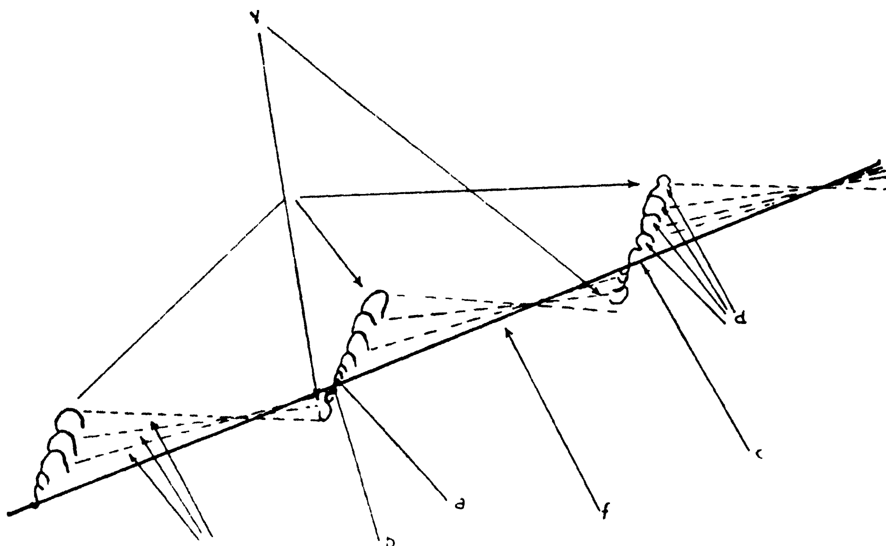


FIG. 4.

a. Tête de piquet matérialisant sur le terrain les courbes de niveau.
b. Rigole.
c. Terre extraite de la rigole
d. Masses successives de détritus de toutes sortes extraits du champ.
e. Niveaux successifs du sol d'une terrasse.
f. Niveau primitif du sol de la colline.
X. Bord inférieur des terrasses.
Y. Bord supérieur des terrasses.

c) **Etablissement des premiers arrêts.**

Le long de chacune des courbes de niveau, une rigole de la largeur d'un fer de houe et de 30 à 50 cm. de profondeur sera creusée. La terre de la rigole doit être amoncelée *au-dessus* de la rigole (et

non pas jetée en dessous comme les indigènes ont toujours tendance à le faire).

Dès que les rigoles sont achevées, le terrain est débroussé, dessouché et labouré *terrasse par terrasse* et tous les produits extraits du sol au cours de ce travail (pierres, souches, broussailles, mottes de racines, etc...) sont accumulés au-dessus de la terre extraite de la rigole (fig. 4).

d) **Formation progressive des terrasses jusqu'à l'obtention de l'horizontale.**

Ultérieurement, au cours des sarclages et labours successifs, toutes les matières extraites du terrain et le résidu des récoltes abandonné sur le terrain, de même que les produits de sarclage seront toujours accumulés en tas au bord inférieur des terrasses en X (fig. 4). Par contre, le labour sera chaque fois approfondi en Y et la terre ra-

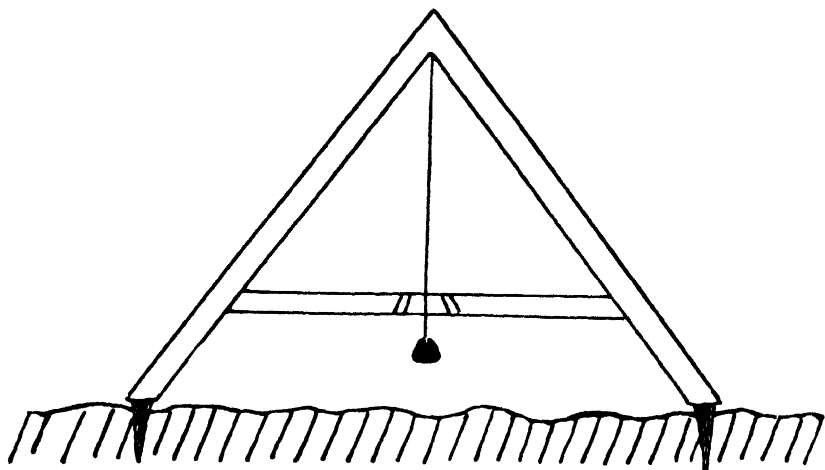


FIG 5.

menée progressivement vers le bas. Par conséquent, contrairement à ce qui a été souvent conseillé, le labour sera pratiqué de bas en haut comme le font naturellement les indigènes des pays montagneux. Non seulement on laissera agir l'érosion, mais on la provoquera et l'accélérera *entre les points X et Y de chaque terrasse.*

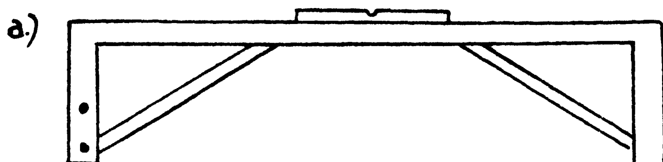
Chaque terrasse sera desservie par un sentier étroit tracé à sa partie supérieure Y au pied du « mur » X qui borde la partie inférieure de la terrasse voisine.

Diverses objections ont été faites à ce système :

1) On a soutenu que les monceaux de détritus (*d.* fig. 4) s'écrouleraient et que les bords des terrasses s'effondreraient de ce fait. La pratique prouve que ces effondrements sont très rares (moins de un pour mille), d'importance minime et aisément réparables. Les arrêts

s'élèvent, en effet, d'une façon lente et progressive. Toutes les matières mortes y accumulées pourrissent rapidement et se recouvrent d'une végétation dense et enchevêtrée, qui leur donne une grande solidité et doit d'ailleurs être régulièrement recépée si l'on ne veut pas qu'elle envahisse tout. A l'occasion de ce travail, l'emploi de la houe est à proscire absolument. Il faut recéper à la machette et non arracher ou déraciner.

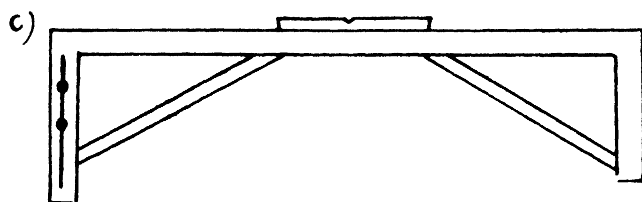
a)



b)



c)



Echelle 1/40

Fig 6

a. Planche à pente sans son pied mobile donnant l'horizontale.
b. Pied mobile.
c. Planche à pente munie de son pied mobile dépassant de 20 cm. pour piquetage d'une piste à 6.6 %.

2) Une seconde objection est la suivante : la partie supérieure Y va s'appauvrir et, en très peu de temps l'approfondissement pratiqué à l'occasion de chaque labour nous amènera au sous-sol stérile. Cette objection est plus ou moins fondée, mais,

— la partie tout à fait supérieure de chaque terrasse est réservée à un sentier;

— les monceaux de détritus X ne constituent pas un obstacle absolument étanche. C'est une masse d'humus très riche, qui laisse à chaque pluie s'écouler dans le sentier un humus très fin qui, au

labour suivant sera incorporé à la partie la plus pauvre de la terrasse (en bordure du sentier);

— la pratique prouve que cette objection est plus théorique que pratique,

— enfin, si même dans certaines terres couvertes d'une couche arable très mince, on devait perdre pour la culture une grosse partie de la largeur de chaque terrasse, cela vaudrait quand même mieux que de ne rien faire du tout et perdre l'entièreté de la colline.

Il est à remarquer d'ailleurs que si la partie supérieure des terrasses s'appauvrit, c'est au bénéfice de leur partie inférieure qui, elle, s'enrichit.

3) Le seul inconvénient sérieux du système est celui auquel on pense le moins en général. Les déplacements sur une colline terrassée sont longs entre deux points très voisins mais situés sur des terrasses différentes. On doit suivre le petit sentier de la terrasse dans laquelle on se trouve jusqu'à sa rencontre avec la piste P.P', suivre ensuite la piste P.P' jusqu'à sa rencontre avec le sentier de la terrasse dans laquelle on veut se rendre et finalement suivre le sentier de cette terrasse jusqu'au point voulu de celle-ci.

Différents remèdes sont possibles, à savoir :

— établir 2, 3 ou davantage pistes P.P' qui se croiseront en divers endroits et faciliteront les communications. C'est le moyen employé jusqu'ici.

— établir des pistes perpendiculaires, indispensables même là où il faut évacuer les eaux de ruissellement. A établir donc dans les « creux » de la colline aux courbes de niveau et comportant des escaliers à la fin de chaque terrasse. Ce moyen n'a pas encore été essayé. Il sera vraisemblablement peu employé, car il implique pour l'établissement de ces escaliers des travaux assez difficiles et coûteux.

APPAREILS DE PIQUETAGE EMPLOYES

Divers systèmes d'appareils ont été essayés. Citons simplement pour mémoire divers genres de niveaux ou clinomètres à collimateur du commerce et un niveau triangulaire (fig. 5) composé de trois lattes et d'un fil à plomb. Les deux pieds de cet appareil se trouvent à un même niveau ou en deux points d'une pente à x degrés, le fil à plomb occupe une position correspondante qu'il suffit de noter sur la latte horizontale par un trait de scie.

Tous les appareils de ce genre sont abandonnés pour les raisons suivantes :

— les indigènes ont tendance à « aider » le fil à plomb à se placer devant son repère et faussent ainsi le piquetage;

— le moindre vent agite le fil à plomb ou la partie des appareils qui en tient lieu et il faut à chaque pose du niveau ou à chaque visée,

s'il s'agit d'un appareil à visée, attendre longtemps avant que soit obtenue la position verticale du fil;

— une inclinaison même minime de certains de ces appareils fausse la verticalité du fil à plomb, qui s'arrête par frottement en un point voisin de la verticale.

A la suite de divers essais, l'appareil représenté à la figure 6 a été adopté. C'est la « planche à pente » un peu modifiée. La figure 6 dispense de longues explications. Ajoutons simplement qu'on adopte généralement une longueur de 3 mètres de centre à centre des pieds



Terrasses vieilles d'un an (vues de haut).

et qu'un des pieds porte deux boulons avec, si possible, des écrous à papillon pour éviter l'emploi de la clef anglaise. Ces boulons permettent de fixer une rallonge, morceau de planche creusé en son milieu d'une rainure pour le passage des boulons. Cette rallonge glisse contre le pied fixe de la planche à pente et les boulons permettent de la caler à la longueur désirée. Un niveau de maçon posé au milieu de la latte horizontale de l'appareil indique, lorsque sa bulle est entre ses repères :

1) Quand on travaille sans la rallonge mobile, que les deux pieds reposent sur deux points d'une horizontale;

2) Quand on travaille avec la rallonge mobile dépassant de 20 cm., que les deux pieds sont sur deux points d'une droite inclinée à 6,6 %;

3) Quand on travaille avec la rallonge dépassant de 9 cm., que les deux pieds reposent sur deux points d'une droite inclinée à 3 %, etc.

En effet, la planche ayant 3 mètres de long, 1 % de pente égale 3 cm. de dépassement de la rallonge.

DETAILS RELATIFS A L'EMPLOI DES APPAREILS

Employons maintenant cet appareil au piquetage de la colline théorique des figures 1, 2 et 3.

Donnons à la piste P.P' une pente uniforme de 6,6 %. Réglons donc pour cela la rallonge mobile de la planche à pente de manière qu'elle dépasse de 20 cm.

Enfonçons en *a* un piquet dont la tête affleure au ras du sol; sur ce piquet, posons le bas de la rallonge de la planche à pente et, par tâtonnements (jusqu'à ce que la bulle du niveau de maçon se place entre ses repères), déterminons le point *a'* situé à 3 mètres du point *a* et à 20 cm. au-dessus de lui (en altitude) en ce point *a'* posons un second piquet et, par tâtonnements, enfonçons-le jusqu'à ce que la bulle du niveau soit exactement entre ses repères, lorsque les deux pieds de la planche à pente reposent respectivement sur les têtes des piquets *a* et *a'*.

Nous aurons ainsi deux points de notre piste P.P' à 6,6%.

Recommençons alors la même opération en nous basant sur *a'* pour déterminer *a''*, etc., jusqu'au sommet de la colline (fig. 1).

Ce faisant, nous piquetons notre piste, mais en plus nous déterminons nos différences d'altitude de 5 en 5 mètres.

En effet, quand nous aurons posé notre 26e piquet, nous aurons additionné automatiquement 25 × 20 cm., soit 5 mètres de différence d'altitude. Notre 26e piquet de la piste P.P' déterminera donc le point *b* d'où ultérieurement prendra naissance notre seconde courbe de niveau.

La même méthode sera suivie jusqu'au sommet de la colline.

Le piquetage des courbes de niveau s'effectuera à partir des points *a*, *b*, *c*, *d*, *e* avec la même planche à pente dont on aura simplement enlevé la rallonge mobile.

Quelle que soit la solidité de l'appareil, son exposition continue au soleil et à la pluie le fait « jouer » un peu. Ce jeu a peu d'importance pour le tracé des pistes et la détermination des équidistances entre terrasses. Il importe fort peu, en effet, d'avoir une piste à 7 % au lieu d'une piste à 6,6 % et des terrasses équidistantes de 5 m. 25 au lieu de 5 mètres.

Par contre, le moindre jeu de l'appareil amène des catastrophes dans le piquetage des courbes de niveau qui parfois... se rencontrent. Il est donc très vivement à conseiller lors du tracé des courbes de niveau de retourner de 180 degrés la planche à pente tous les 3 mètres, c'est-à-dire :

1) du mètre 0 au mètre 3, le pied 1 sera Nord et le pied 2 Sud;
2) du mètre 3 au mètre 6, le pied 1 sera Sud et le pied 2 Nord;
3) du mètre 6 au mètre 9, le pied 1 sera Nord et le pied 2 Sud; etc.



Indigènes labourant entre deux courbes de niveau. Piquets employés pour consolider les arrêts en attendant que la végétation s'enchevêtre.



Terrasse vieille d'un an. Remarquer la végétation enchevêtrée sur la courbe de niveau. La dénivellation obtenue atteint presque la taille d'un homme.

De cette façon, les erreurs se compensent tous les 3 mètres, et, même avec un appareil tout à fait faussé, on obtient un résultat impeccable.

Il semble utile d'insister sur le fait que pendant l'emploi de la planche à pente, qu'il s'agisse de piqueter une piste ou une horizontale, il faut toujours employer de petits piquets (1) sur lesquels reposent les pieds de l'appareil. Un piquetage à même le sol peut sembler plus expéditif, mais il est impossible de travailler proprement si les pieds de l'appareil reposent sur une terre plus ou moins ameublie et toujours parsemée de petites aspérités.

DIFFICULTES D'EXECUTION SUR UNE COLLINE NON THEORIQUE

OBSTACLES ET NECESSITES LOCALES AUXQUELS IL FAUT S'ADAPTER

Pour la facilité de l'exposé qui précède, nous avons envisagé le travail sur une colline vierge de toute culture, non habitée, à pente uniforme, etc. En pratique, une telle colline ne se rencontre jamais.

On aura presque toujours affaire à une colline présentant des pentes variées, plus ou moins couverte de cultures saisonnières ou arbustives, de huttes, de reboisements, etc. En outre, on devra tenir compte pour le tracé de la ou des pistes P.P', de diverses nécessités locales : existence d'un gué, d'un col, d'un abreuvoir ou de quelque autre point obligé où la piste doit passer ou aboutir, existence d'une route ou d'une autre piste à laquelle il est intéressant de se rattacher, massif rocheux inutilisable pour les cultures et que la piste doit éviter sous peine de gros travaux stériles, parties de terrain dont la pente maximum est inférieure à la pente longitudinale à adopter pour la moyenne de la piste; piste déjà existante, à pente irrégulière mais raisonnable qu'il serait ridicule de doubler ou de détruire, etc.

En général, l'Européen doit suivre de près le tracé des pistes P.P' sur lesquelles tout le travail est basé, afin d'éviter des initiatives malheureuses des indigènes laissés à eux-mêmes. La pente qu'on s'était proposé d'adopter devra presque toujours être modifiée pour quelques tronçons et on devra pour ces tronçons revoir le calcul nécessaire à la pose des piquets équidistants *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Le cas le plus compliqué sera celui où l'on jugera opportun de suivre, en tout ou en partie, pour desservir les futures terrasses, une piste déjà existante à pente irrégulière. Dans ce cas, pour déterminer les équidistances, on fera parcourir cette piste à la planche à pente

(1) Piquets de nivellement.

Kabona (Territoire de Ruhengeri).



Petite colline vierge de toute culture.



La même colline après piquetage de courbes de niveau équidistantes de 4 mètres et formation des premiers arrêts avant le premier labour. Remarquer, à gauche, la piste à 7 % qui dessert la terrasse.

munie de sa rallonge mobile et, tous les 3 mètres, on fera glisser la rallonge jusqu'à ce que le niveau d'eau marque l'horizontale; on notera la différence de niveau en centimètres après avoir mesuré de combien la rallonge dépasse. On notera, pour les additionner, les divers chiffres ainsi obtenus, jusqu'à ce que leur total représente la dénivellation voulue entre les terrasses (5 mètres, par exemple). En général, ce total ne sera pas obtenu avec précision; on obtiendra plus ou moins, par exemple après vingt poses de la planche à pente, un total de 488 cm. Les 12 cm. restants pour l'obtention de 5 mètres exactement seront alors cherchés au moyen d'une petite latte auxiliaire graduée en centimètres et du niveau d'eau posé sur la planche à pente renversée les pieds en l'air.

Un autre procédé, dans le cas de l'existence d'une piste convenable mais irrégulière, est de poser les piquets *a, b, c, d, e* en dehors de cette piste, n'importe où, c'est-à-dire sur le tracé d'une piste fictive P.P' à pente régulière qui sera seulement piquetée pour donner les dénivellations désirées, mais ne sera évidemment pas tracée.

Toutes ces explications relatives aux dénivellations et à la détermination des points *a, b, c, d, e* peuvent paraître assez compliquées et il existe certes des méthodes plus simples et des appareils pour faire ce travail, mais il ne faut pas oublier que presque toutes les opérations ci-dessus doivent être réalisées par des moniteurs indigènes laissés à eux-mêmes très souvent et pour lesquels une méthode-type ne demandant pas trop de réflexion est indispensable.

Quant aux obstacles, tels que rochers, cultures, huttes, que la planche à pente rencontrera inévitablement, on les surmontera de la façon suivante :

Les cultures permanentes (caféiers, bananiers, reboisements) seront traversées lors du piquetage, simplement pour ne pas perdre l'horizontale ou la pente cherchée. Les pistes les traverseront, mais on n'y creusera pas les rigoles horizontales et on n'y effectuera aucun travail. La formation des terrasses s'arrêtera simplement de part et d'autre de ces cultures, qui d'ailleurs constituent par leur couvert une certaine protection des terres qu'elles occupent.

Les cultures saisonnières seront de même traversées lors du piquetage, les piquets-repères seront enfoncés le plus solidement possible et on attendra pour y creuser les rigoles et amorcer les terrasses, l'achèvement de la récolte. En général, dans le but d'éviter le plus possible cet obstacle, il est bon de prévenir quelques mois à l'avance les indigènes de ce que telle ou telle colline sera prochainement piquetée et de leur dire de la laisser en jachère, ce qui ne fait jamais aucun tort.

Lorsque l'on rencontre une hutte, un rocher ou quelque obstacle plein, on le contourne *par le bas* en employant de *longs* piquets dont les têtes matérialisent l'horizontale (ou la pente) voulue, et dès qu'on

a contourné l'obstacle, on recommence progressivement, mais le plus vite possible, à employer les piquets enfoncés au ras du sol.

EQUIDISTANCES A EMPLOYER

Divers facteurs feront varier l'équidistance à adopter entre terrasses. Le principal de ces facteurs est l'inclinaison naturelle des flancs à mettre en culture.

Les premières terrasses piquetées en secteur de Kabaya étaient équidistantes de 2 mètres. Par la suite, des dénivellations de 3,4 et 5 mètres furent essayées.

Il est évident que plus les talus bordant les terrasses seront élevés, plus il y aura de chances de voir des éboulements se produire.

Par contre, plus les dénivellations seront faibles et plus les terrasses seront étroites.

Il faut donc rester dans des limites raisonnables et tenir compte de la pente de la colline en cause, des causes spéciales d'éboulement qui peuvent exister, de la nature de la végétation spontanée qui détermine la nature des premiers arrêts qu'on pourra établir, de la nature des cultures envisagées, etc.

Cet élément peut embarrasser ceux qui n'ont pas acquis une certaine pratique de ce genre de travail. Ils pourront, en attendant, se baser sur les chiffres suivants proposés comme moyennes par M. DOHOGNE, chef de la Mission antiérosive du Ruanda-Urundi :

Pentes générales des collines	Chute verticale entre terrasses	Largeur des terrasses
2 %	1 m 00	50 m
5 %	1 m 50	30 m
10 %	2 m 50	25 m
15 %	3 m 00	20 m.
20 %	3 m 00	15 m
25 %	3 m 50	14 m
30 %	4 m. 00	13 m.
35 %	4 m 50	13 m
40 %	5 m 00	12 m 50

Je dois m'excuser, avant de terminer cette note, de l'emploi fréquent de certains pléonasmes, tels : courbes de niveau équidistantes en altitude, et de certaines répétitions peut-être fastidieuses. Leur but est d'attirer l'attention de certaines personnes peu familiarisées avec ces matières et d'éviter, entre autres choses, l'erreur grossière qui consiste à mesurer à même le sol au moyen d'une corde ou d'un décamètre des distances diverses destinées à donner les points de départ de courbes de niveau qu'on voudrait équidistantes.

Méthodes culturales

Cultural methods

Liste des communications

3e SECTION.
GROUPE II.

COMMUNICATION No 8.

Crop Production in relation to Soil Conservation

by

F. X. LAUBSCHER, M. Sc. Agric.,
Principal Field Husbandry Officer, Union Department of Agriculture.
(Union of South Africa)

A true appreciation of the forces making for stability of any soil in nature is essential for an understanding of the methods applicable and the systems adaptable for crop production, if such is to be in conjunction with the aim at soil conservation and is to evade serious soil losses through erosion.

CLIMATE AND SOIL STABILITY.

Apart from the contribution of the parent rock, the stability of the soil and hence its ability to withstand cultivation for any period of time, depends primarily upon the colloidal complex as influenced by the organic matter content. The quantity of organic matter naturally present in the soil will depend upon the climate. Jenny (1) has shown that where the relationship between rainfall and evaporation is the same, it is primarily the mean temperature which determines the level at which the humus content of the soil, as reflected by nitrogen content, will be stabilized. This means that the natural organic matter status of soils in the tropics is vastly different, for instance, to that in the subtropics, and again as between the subtropics and the temperate zones of the world, within the same ranges of moisture relationships. The rate of organic matter application is relatively under control, but that of decomposition is thus a function of the climate, and in this manner the latter, which is outside the control of man, will determine whether, if at all, organic matter accumulation in any soil is possible.

THE IMPACT OF CULTIVATION.

Now cultivation, which is still considered a sine qua non for any economic crop production, is certainly the most drastic factor making for a breakdown in the stability of the soil. It disturbs the environ-

mental factors which previously contributed to the maintenance of a balance between the decomposition and accumulation of organic matter. Even if the quantity of organic material returned to the soil by cultivated plants or organic manures should be equal to, or greater than that derived from the natural vegetal cover, the aeration of the soil as a result of cultivation will greatly accelerate the process of decomposition. Soil under cultivation therefore tends towards a new and lower equilibrium of organic matter. Until this new equilibrium is reached, the accumulated humus decreases and the crop producer is virtually drawing on his capital. Obviously this rate of humus regression under cultivation will again be influenced strongly by the climate and will be accelerated in tropic and subtropic areas as compared to temperate zones.

While the new point of humus equilibrium which is reached after 40-60 or more years may be so high in cooler areas that with a fairly rational system of farming, stable production may still be possible, it is usually far below such a safe level in warmer areas. It follows as logically that with the accelerated rates of decomposition obtaining in such areas, it would be impossible to increase the organic matter content of soils under cultivation, even with liberal applications of kraal manure, compost and such organic manures. This is actually borne out by experimental data from the Potchefstroom College of Agriculture (2) and the Agricultural Research Institute of Pretoria (3) & (6). Hence the maintenance of the humus status of soils by applications of organic manures is out of the question. While such practices may make some contribution towards this end in the temperate zones, it has a much reduced value in the subtropical areas. (Naturally this does not reflect on the manurial value of such natural fertilizers). This fact is not only of theoretical importance, but also of considerable practical significance if one has considered ways and means of maintaining a suitable production on a stable soil. It virtually means that the maintenance of soil stability by way of organic amendments and rotational cropping with annual legumes is of minor significance outside the temperate zones. This latter fact is also borne out by experimental evidence of results at Potchefstroom (4), where it was shown that response in terms of maize yields to a leguminous annual rotation crop like cowpeas, is measurable only in terms of the phosphatic contribution to the succeeding maize crop. It is also in accordance with the findings of Richardson (5) who reviewed the systems of agriculture making for the maintenance of soil fertility. Furthermore, as pointed out by Albrecht, (7) a closed cycle of organic manuring must lead to a deterioration of fertility, since it does not allow for the natural loss of minerals.

THE PRINCIPLES OF LEY FARMING

From all this it is evident that for stability of the soil, production of annual grain and other crops must be alternated by periods in which the soil is put down to a semi-perennial grass or other crop This fact and the principle which it involves, is of course wellknown, and forms the basis of the systems of permanent agriculture as adopted in other parts of the world (5). The forces of organic matter decomposition in the soil as induced by climatic factors and intensified by aeration incidental to cultivation are arrested when such soils are put down to a sod crop. A grass cover is apparently a bettei restorer of soil humus than any other, (8). Not only does humus synthesis become possible under such conditions, but due to the absorptive nature ot such a cover, the water-intake is increased so that the soil climate is improved for humus building. Furthermore the humus so formed from rootrests which interlace the soil mass is so well dispersed as to exercice its function of a soil binder to an optimal degree.

Since one cannot lose sight of economic imperatives in agriculture, such a semi-permanent grass cover crop must have an intrinsic value to become feasible practically in the system to be followed. Usually this value is to be found in the grazing it supplies to stock. And so, in actuality a sound system of agriculture is always one in which grazing animals play a major role. As outlined above the main function of the grazing animal seems to be that of utilizing the sod crop which finally is the repairer of soils despoiled as regards their physical stability under the impact of cultivation.

THE FUNCTION OF THE GRAZING ANIMAL.

It has been stated that the rate of organic matter decomposition in the soil is reduced when cultivated soils are put down to a sod crop. For the same reasons, the natural processes of nitrification in the soil are also retarded considerably. One may therefore think of organic matter accumulation in the soil as a process converse to that of nitrification, from which also follows that with time, a sod crop will show a nitrogen deficiency and a response to nitrogenous fertilizer. This is amply borne out by experimental evidence from fertiliser tiials on natural pasture, (9). In the temperate zones of the world, a remarkable feature of natural swards is the fact that one invariably finds a grass-clover mixture, and the main function of the legume in that pasture mixture is obviously that of supplying by direct assimilation the nitrogen necessary for the maintenance of the sward under conditions of sod, where nitrification is virtually brought to a standstill. But the nitrogen bound by the symbiotic legumes is not directly available to the growing grass crop, and cannot become so, unless through the agency of the grazing animal. Herein lies a true appre-

ciation of the socalled animal factor in the maintenance of soil fertility and stability. The animal itself has no creative ability in the sense of manufacturing or creating any element which contributes to any appreciable degree towards the factors or forces making for soil fertility or stability. Its true function lies in digesting the proteins of the legumes in the sward, and making available the constituent nitrogen to the growing grass sward. In this manner a luxuriant sod crop can be maintained in the absence of direct nitrification in the soil. Bruce Levy of New Zealand (10) has calculated that the equivalent of up to 19 cwt. of nitrogenous fertilizer is being added to the soil in the faeces and urine of animals grazing on a mixed sward, and that ultimately the source of this nitrogen is the legumes in the pastures.

For soil conservation in respect of cultivated land one therefore has a trinity of important factors in the rotational sod crop, a symbiotic legume and the grazing animal.

The systems of sound agriculture as known today and reviewed by Richardson (5) all seem to have these features in common. It should be pointed out that they are all applied in countries of a latitude wider than 35° North or South where the maintenance of a fair degree of soil stability is less difficult than in the more definitely subtropical or tropical areas of the world.

CROP FARMING IN THE UNION OF SOUTH AFRICA.

In so far as these may be illuminating, it is considered advisable to discuss some features of crop farming in the Union of South Africa against a purview of the requirements of a stable agriculture as outlined above.

The area under cultivation comprises about 7 percent of the total, the rest being grazing land, indigenous forests, plantations, etc. The small cultivated section of the country produces about half of the total agricultural income and about 60 percent in value of foodstuffs, (11). It is clear thus what an important part the small cultivated area of the Union plays in the Agricultural and food economy of the country.

THE MAIN CROPPING AREA.

Although important, a full discussion of the bioclimatic relationships of the Union would take up too much time and space. Suffice it to say that the rainfall which is an all important factor decreases from East to West and that except for the irrigation areas, which comprise a very small fraction of the total cultivated area, the coastal regions and the more definite winter rainfall area in the Southern tip of the country, the main crop producing area lies in the highland plateau between the 50 and 20 inch isohyets and at an elevation of between 4000 and 6000 feet.

In this highland cropping plateau which comprises some 22 districts, about 35 percent of the land is under cultivation, although a considerably higher percentage is actually arable and can be brought under cultivation. The average farm is about 1000 acres in size. The production status is to be ascertained from the yields of maize which is the most important cultivated crop. The aveiage production is just under 4 bags (of 200 lbs. each) per acre. In general, the importance of all physical factors in crop production is overshadowed by rainfall in this area. Variations in the effective rainfall is reflected by variations in cropyields. So in 1925 the Union's maize crop amounted to 25 millions bags and reached 30 millions in 1948, but was as low as 8 millions in 1933. Practically the entire range from these extremes has been covered by the maize yields in the intervening period.

The seasonal variability of the rainfall may be in excess of 25 percent of the mean and is inversely related to the annual total, those areas with the lower rainfall showing the widest fluctuations around the mean. The rainfall is almost entirely in summer and apart from seasonal variability the distribution throughout the rainy season is usually unreliable from the crop producers point of view. Crop failures often result from a temporary drought within the season, particularly if it occurs at a time which is critical in the life of the crop, such as when maize is tasselling.

As a general rule the relative humidity of the atmosphere is low. With the consequent absence of cloud and the coincidental strong sunlight, evaporation is high and may exceed 70 inches per annum from a free water surface, which in many instances is 2-3 times the rainfall. Probably more than 40 percent of the rains comes down in showers of less than 1/2 inch per day and is of doubtfull value because of the high evaporation coefficient which can amount to 75 inches per day and the high soil surface temperature, particularly of moment with afternoon thunder showers. The remaining portion often falls in heavy showers of short duration, giving considerable runoff. The proportion of rainfall becoming available to plant growth as soil moisture is therefore not high. It may indeed be less than 50 percent of the total.

On the other hand the high elevation of the area with the consequent wide variation in diurnal temperature makes for an appreciable amount of condensation at night, and these heavy dews may make quite a note-worthy contribution in the net proportion of rainfall which is available to plants. According to the data of Thornthwaite and Holzman (12), as much as 12 percent of the net amount of moisture available to the soil from summer rains may be from this source. Although no local data are available, this factor is probably of considerable significance in the cropping plateau.

SOIL CONSERVATION MEASURES.

The fact that the effective precipitation is both low and variable naturally has a profound influence on farming in general and particularly on those measures of crop production which are considered as desirable from the point of view of soil conservation.

Generally speaking, the topography of the main crop producing area is such that runoff from the area as a whole is not excessive. On the other hand, some sections like the Eastern Orange Free State have a rolling topography and in any case the control of runoff from a particular cultivated area is of considerable moment, particularly in view of the high erodability of the ploughed surface. Reduction of the run-off by various tillage methods has not been adopted generally but there is a rising interest in contour ploughing, strip cropping, lister planting and such mechanical aids. For the control of run-off by way of physical obstructions in cases where the rains come down in thunder storms, a high safety margin must be allowed for, so that cultivation may be excessively hampered.

Conversely, water trapped by contours, etc. constitutes a greater potential source of erosion on cultivated land if the system should break down. A big task ahead is therefore the mapping of cultivated land with due cognisance to topography of the site, pertaining climatic data and stability of the soil. The first summer rains in the Union's main cropping area usually succeeds a dry winter spell and occurs at a time when there is no abundance of vegetation to check runoff. Moreover, some of the soils are unusually compact which factor has been shown to be of great importance from the point of view of infiltration (13) (14). In view of the fact that moisture is such a limiting factor in crop production, run-off and hence a decrease in the amount of available water is of great significance.

WINTER PLOUGHING.

In view of the above, it is generally recommended that soils be ploughed before the onset of summer rains. The system is generally referred to as winter ploughing although the operation does not necessarily take place in winter, but rather in late autumn. The present day system of winter ploughing has the advantage, on level land, of having the soil in a rough state so that water intake is at a maximum. But if the winter-ploughed ground has a marked gradient, such land becomes extremely erodable and soil losses may result.

Furthermore the practice does not allow of any moisture conservation since evaporation is excessive from the rough exposed surface, so that there is little question of having any degree of moisture reserves, as is the main feature of so many systems of bare fallow in other parts of the world. Also, in the case of open sandy soils dry winter-ploughing will destroy whatever degree of aggregation does exist and

not only may wind erosion become an important factor, but the rate of water infiltration is naturally reduced and runoff increased.

In spite of these hazards of erosion peculiar to winter ploughing, the system offers advantages from a farm management point of view. The very nature of the climate with its sporadic rainstorms, its high evaporation and peculiar growth tempo, necessitates a timeliness factor in crop farming which experience has shown to be highly important from a practical economic viewpoint. Successful crop production under South African conditions is very often dependent not so much on a fine knowledge of the factors of production as the ability to control such factors adequately. And in this regard timeliness of operations seems to be overwhelmingly important. Ploughing, planting, cultivating are all subject to this timeliness factor and the practicability of any operational measure is largely determined by it. Winter ploughing falls within this category. Ploughing is by far the most costly production operation and except with excessive mechanization is usually time consuming. Ploughing the land in autumn or winter eliminates the hazards demanded by the timeliness factor in respect of this primary operation. One has to consider the advantages of mechanization of crop farming in relation to soil conservation in the light of this timeliness factor. Quite apart from considerations of labour saving its contributions to general efficiency and a degree of rationalization comparable to that brought about by the machine in the manufacturing industry, its primary virtue is to be found in the fact that it can harmonise cultivation operations with peculiar demands set by the climate.

THE ROLE OF CROP RESIDUES.

The finding that crop residues when left on the surface of cultivated land may increase the rate of water infiltration and reduce runoff and hence erosion, has not as yet had a marked response in practice, altough so-called stubble mulch farming has some adherents and many advocates, many of them inspired more by the desire to cut out or reduce the costly and time-consuming ploughing operation than by the conservational advantages of the system. Apart from this, one has to consider the fact that crop residues on the surface are more effective in controlling erosion than runoff (15). The extreme case is to be found in the case of a mat of dead vegetation on grass plots due to grazing control. Scott (16) found at Estcourt that in such cases the dead vegetation serves as a thatch so that infiltration of the water into the soil is reduced to a minimum. The objectives of maximum infiltration, reduced run-off and minimized water erosion may therefore be overreached in extreme cases.

With the accelerated rate of decomposition peculiar to the South African climate, there is much to be said for a partial surface incor-

poration of organic matter rather than ploughing in the entire bulk of material. There are however two facts which militate against an overall application of the subble-mulch technique in the highveld crop growing area of the Union of South Africa. Firstly, experimental data have shown that, although winter cereals seem to be much less sensitive in this regard, maize as a main crop on most soils gives a reduced yield with the shallow cultivation usually adopted with this system, apart from difficulties of seedbed preparation, planting and weed control with heavy crop residues on the soil surface.

Secondly, maize as such does not leave an abundance of crop residues, particularly with the clean cultivation demanded by the limitations on production imposed by weeds. At this juncture it may be pointed out that some conservationists advise against exceedingly clean cultivated lands on the grounds of the weeds' contribution to soil humus. Apart from the fact that the low moisture and fertility status of soils generally demand weed control of a high order, the argument is blatantly fallacious in so far as the contribution to the supply of soil humus from a strongly developed cropplant is not necessarily inferior to that from weeds. Weeds would, of course, reduce run-off on cultivated land, but their disturbing influence on the margin of safety as regards moisture supply for crop yields is so intense, that as a compromise one cannot consider seriously their contribution in this respect.

Ultimately measures to be adopted for the mechanical control of run-off and erosion must in importance be subsidiary to the physical attributes inherent to the soil. Soils which are physically stable, those with the maximum degree of stable aggregation, will not only resist erosion, but will also show high infiltration and moisture holding capacity, and a relative resistance to breakdown by the physical impact of rain and cultivation (17). The realization of the importance of these physical attributes in cultivated soils has been of singular significance in the understanding of what makes for a permanent agriculture, and the evolution of the methods and measures for overcoming the deficiencies of an exploitive crop farming so disastrous under the South African climate. As previously indicated, it has emphasied with converging stress the importance of semi-permanent ley crop. Extensive research has pointed to the importance of adequate fertilizer treatment, particularly in respect of phosphate, for crop yields, and while the general level of phosphate dressing in the highveld crop area is only about one quarter of what is considered to be optimal, it is perfectly clear to agriculturists and farmers that, even with the higher dressing of manures, a physical retrogression of the soils and an overall reduction in fertility is unavoidable with the present systems of production.

IMPLEMENTATION OF LEY FARMING.

The function and merits of a sod crop in rotation with annuals are too well known to merit further discussion. The crucial fact is that the South African crop farmer has no command over a range of grasses which can be utilized for the indicated purpose. The natural sward which is so eminently responsive to management cannot play any part in such a program. Cultivation appears to be such a disturbing factor ecologically, and the indigenous species have been evolved and are adapted to conditions of a compact soil to such a degree, that a natural regrowth of the better grass species is seldom obtained when cultivation is discontinued.

Furthermore, the majority of indigenous grasses of merit are shy seeders so that the establishment of a sod crop is usually very expensive either in seed or in labour. Exotic pastures have a limited range of adaptability and are generally unsuited for the purpose in the main cropping area.

The development of suitable grass crops by breeding is therefore a prior task within the framework for the evolution of a conservational agrarian policy. Obviously work of this nature should be applied to indigenous adopted species. Unfortunately the existing knowledge of the breeding structure of the majority of likely grasses is scanty and it is only recently that grass breeding work now done at the Potchefstroom College of Agriculture received the specific bias of a sod crop suitable for integration into the cropping program. As a start, it was decided to explore the Setaria group since experience has shown some of the species such as *S sphacelata* to hold promise as a crop to be established on ploughed land and to have merit for hay and grazing. Preliminary and explorative work has shown the material to have as complex a breeding structure as some of the forage crops which have been studied fully abroad in respect of self- and cross-fertility and numerical and other chromosomal aberrations (19). Detailed study now in progress shows a wide fluctuation in the cross-fertile, self-sterile relationships, and the possibility exists of developing syntheses with a fair degree of seed production and a reasonable measure of hybrid vigour. The problems of emasculation and pollination concomitant to obtaining specific crosses have to be tackled concurrently, but it would seem that the research endeavour in this field may make a noteworthy contribution in the accomplishment of a ley cycle in rotation with annual crops. Rhodes grass (*Chloris gayana*) has already shown some promise in this role, but the crop is somewhat susceptible to winter killing, of becoming sod bound too soon, and is difficult to establish on account of its small and light seed.

The latter seems to be an everpresent problem in respect of most grass crops under South African conditions. The reason for this is probably to be found in the combination of factors induced by a

quick-drying soil surface and a small seed which cannot be deeply sown. Also it would appear from observation, that the trend of natural selection in respect of adapted grasses has been away from a high seed set. This in itself constitutes a very interesting phylogenetical problem and research on this phase would no doubt be fruitful. However, the range of the phenomenon prompts one to think in terms of a possible artificial vegetative propagation. Latterday developments with plant regulatory substances holds out promise of a mechanized vegetative establishment through induced rooting. Such a system has proved to be feasible naturally in the moister areas with a quick rooting grass like *Acroceros macrum*.

In some drier areas a revegetation of cultivated fields occurs naturally by way of stoloniferous *Cynodon's* and here a sound system of alternate husbandry can be evolved with ease. This fact has rendered a degree of stability to some of the more sandy, almost marginal crop lands which is indeed remarkable. Unfortunately this natural system seems to be confined to a small part of the crop growing area.

As has been stated, a sod crop in the rotation must have a fair intrinsic value either as grazing or for hay. Some of the indigenous grasses such as the *Hyperrhenia's* are good seed setters and are easily established from seed, but have a very low intrinsic feeding value Experience may prove them to have a high functional value as soil improvers in which case the recommendation for their cultivation as rotation crops may have some substance, but the fact of the matter is that a serious breach exists in our knowledge as regards the aggregation function of the various grasses.

THE NITROGEN BALANCE WITH LEY CROP.

The absence of cobiotic legumes in the natural pasture has already been referred to. While it may be interesting to speculate on the reasons for this phenomenon, it would seem a fertile field of exploration to attempt at finding such legumes in comparable climates of the world. It certainly does not seem as if the clovers are sufficiently adapted to fulfill the same role as they do in the more temparate parts of the world. It may also be that the growth tempo and types of subtropical pastures are unfavourable to co-existing legumes when these are short or prostrate. It seems clear however, that the soil building function of a sod crop must be reduced in the absence of such a legume. Since the principal function of the legume in the sward would seem to be a supplier of nitrogen to the grass crop, it seems logical to think that the same result is obtainable by nitrogen application directly to the grass sward. If this substitution of legumes by nitrogenous fertilizers should prove to have the desired effect by way of keeping the grass sward in good heart and thus to maintain its function of a soil improver at a high level, the absence of cobiotic

legumes in the ley sward may not be as important as it would seem otherwise. The work op Pinck, Allison and Gaddy (20) indicates that such a possibility does exist. Results on natural herbage in the Union indicate the possibilities of such a practice under local conditions (9) (18). The economic implications in relation to the limits of production set by the climate, the high price of nitrogenous fertilizers, the low recovery of nitrogen and the time of application for most efficient utilization will have to be worked out.

CONCLUSION.

From all the above it must be clear that the present exploitive stage of cultivation farming in the Union of South Africa cannot be changed with ease and safety to one which will make for stability. It is not an easy task. The various aspects calling for detailed and radical research are fairly self evident. As a matter of fact up to now nothing much more rational that the traditional African system of shifting agriculture is suggesting itself. If the aim and object is, as it should be, that the African continent is to play a major role and make a bigger contribution to the feeding of its own population and the peoples of the world, it should be supported by research, the scope and direction of which are to be inspired by the underlying problems peculiar to this continent. The author holds the view that conditions in Africa are so vastly different from those of other major agricultural areas, that assimilation of what is prevalent and of what is good elsewhere, would not necessarily prove feasible under these conditions. Some of the major deviations from the general run of affairs elsewhere such as the lack of suitable legumes, the absence of seed bearing perennial grasses have already been pointed out. The range of available crops in general, the fact that rainfall occurs in times of the year when the moisture dissipation is at its peak, are some of the other factors which change the whole complexion of the problem, and retards the application of those systems which are applicable in the temperate zones of the world, and which are at the moment the only valid ones to have withstood the test of time.

One is therefore forced to the conclusion that any attempt at formulating sound systems of agriculture in the absence of supporting scientific data, is a very hazardous and somewhat arbitrary attempt. Conversely it is just as obvious that a degree of stability which can be attained and maintained by a system of exclusively pastoral utilization falls within the realms of fantasy if viewed in the light of population pressure and growing demand for food crops.

On the credit side, if must be stated that a growing consciousness of the fact has been aroused in the country as a whole and that a fair proportion of the farmers are fully aware of the situation. The Department of Agriculture has undertaken research in various phases under-

lying the problem and a comprehensive survey has been made of the agro-economic delimitations of the Union, which can serve as a basis for the necessary regional approach to the problem. Considerable advance has also been made in the spread of information on the mechanical aspects of run-off and erosion control, so that although the general picture is largely a statement of problems rather than their elucidation, it is felt that this in itself constitutes an advance of no mean order.

June 1948.

BIBLIOGRAPHY.

1. JENNY, Hans : *Relation of Climatic factors to the amount of Nitrogen in Soils* : J Am. Soc Agron. (1928) 20 : 900-911.
2. SAUNDERS, A. R. and LAUBSCHER, F. X.: *Field Experiments at Potchefstroom*, Union Department of Agric. (1945). Sci. Bull. 246
3. THERON, J. J. and VAN WYK, L. P.: *Green manuring and Soil Fertility* (1933) Series n° 1, 26 Univ. of Pretoria.
4. LAUBSCHER, F. X.: *Rotation and Greenmanuring for Soil Fertility.* (1943) Farming in S. A. 18 : 637, 640.
5. RICHARDSON, H. L.: *Soil Fertility Maintenance under different Systems of Agriculture. Empire* Jnl. of Expt. Agric. (1946). 14 : 1-7
6. HAYLETT, D. G.: *Crop residues and Soil Fertility Farming in S. A.* (1943) : 18 : 627-636.
7. ALBRECHT, W. M. A.: *Soil organic matter and ion availability for plants Soil Sci.* (1941) : 51 : 487-494.
8. MARTIN, W. S.: *Grass Covers in their relation to Soil structure* Empire Jnl. of Expt. Agric. (1944) : 12 : 21-32
9. MEREDITH, D.: *The effects of Fertilizers on Grasses in certain areas of South Africa with special reference to Nitrogen* (1945) D. Sc thesis. University of the Witwatersrand.
10 LÉVY, BRUCE : *Personal statement.*
11 LAUBSCHER, F. X. and TOMLINSON, F. R : *Wetenskap en Kuns.* April 1948
12. THORNTHWAITE, C. W. and HOLZMAN, B.: *Climate and Man* U.S.D.A. Yearbook (1941) 545-550
13 PARKER, E. R and JENNY, H. (1945) Soil Sci. 60 : 353-375
14 VEIHMEYER, F. J. and HENDRICKSON, A H (1946) Soil Sci. 62 451-456
15 DUDLEY, F. L. and MATHEWS, O. R.: *Science in Farming U S D A* Yearbook 1947.
16 SCOTT, J. D.. *Personal communication.*
17. KEEN. B. A.: *Physical research on problems of Soil cultivation* (1942). Endeavour : 1 : 52-62.
18 HALL, T. D., MEREDITH, D. and MURRAY, S. M.: *Dry matter and Protein of Pastures as affected by amount and forms of Nitrogen applied.* S. A Jnl. of Sci. (1947) 44 : 111-118.
19 GILDENHUYS, P. J.: *Personal Communication.*
20. PINCK, L. A., ALLISON, F. E. and GADDY, V. L.: *The effect of Green manure Crops of Varying Carbon Nitrogen Ratios upon Nitrogen Availability and Soil Organic matter Content.* Jnl. Amer. Soc. Agron. (1948). Vol. XL : 237-248

Protection des Sols

par

A. DAUZATS,
Inspecteur de l'Elevage à Brazzaville.

TCHAD.

Les sols sont mis à dure épreuve du fait :

a) de l'action solaire particulièrement vive, crevasses du sol;
b) de pluies importantes qui ravinent le sol;
c) des vents;
d) des feux de brousse qui enlèvent la couverture végétale.

FEUX DE BROUSSE

Région saharienne. — A proscrire absolument dans les îlots à végétation accidentellement ou exceptionnellement dense.

Région sahélienne. — Gros inconvénients du feu, très supérieurs aux avantages au Nord du 12e parallèle Nord.

Région soudanaise. — Indiquée pour l'utilisation du pâturage et la destruction des parasites externes des animaux.

Mise en défens de parcelles où poussent des espèces de graminées ou de légumineuses intéressantes.

Pour éviter la surcharge du pâturage et ses inconvénients, ouverture de nouveaux parcours en dispensant l'eau; région soudanaise : barrage et citernes, région sahélienne : puits, pipe-line de distribution.

OUBANGUI.

Les mêmes facteurs agissent sur les sols pour les appauvrir : déboisement pour les cultures, feu de brousse pour préparer ces terrains ou favoriser le défrichement — nécessité par manque de moyens mécaniques.

Le pâturage est partout en abondance, donc en toute saison suffisant pour les besoins alimentaires du troupeau. La transhumance se réduit à des déplacements sur le bord des rivières au cœur de la saison sèche, la Mambere ou la Nana dans le secteur Ouest, la Ouakka et le Kotto dans le secteur oriental — il n'y a pas de dégradation des sols du fait du bétail, car il n'y a pas surcharge de pâturage.

Rotation et amélioration du pâturage nécessitent en Oubangui une éducation de l'éleveur. L'éleveur, de race peuhle, de religion musulmane, est un apatride, nouveau venu dans le pays. Au dix-neuvième siècle, il était en territoire camerounais et le siècle précédent dans le Nord Nigérien anglais ou même au Niger français. Personne ne peut garantir sa fixation au sol. Il est difficile d'envisager avec lui un programme, non seulement en raison de son instabilité mais du fait de sa vocation exclusivement pastorale. Il ne cultive pas et comme il ne peut plus compter sur la main-d'œuvre captive pour retirer du sol les produits nécessaires à son alimentation — céréales, tubercules ou légumes — force est de ne pas s'appuyer sur lui pour la rotation des parcours, pour très longtemps encore tout au moins.

Contrôle des feux de brousse. — Très difficile, le pasteur vit loin des agglomérations sédentaires, autant qu'il le peut. Il évite ainsi, partiellement du reste, les différends avec les paysans agriculteurs. La destruction des tiques par les feux est loin d'être vraiment efficiente si l'on en juge par le degré de parasitisme des animaux. Du reste, le dipping est certainement beaucoup plus efficace. Mais il est utopique de penser qu'au moment où l'herbe des vallées est combustible le peuhl n'y mettra pas le feu, car il n'a pas d'autre moyen d'utiliser le revêtement herbacé qui succèdera à la végétation incinérée.

MOYEN CONGO.

L'élevage est inexistant en ce qui concerne le gros bétail et les équidés. Les porcins sont encore en nombre réduit, trop réduit pour envisager une rotation du parcours et des terrains de culture. C'est probablement la méthode du pâturage clôturé qui permettra la création d'un élevage bovin intéressant. Dans les endroits accidentés où cet élevage sera reconnu possible et fécond, les moyens habituels dirigés contre l'érosion pluviale devront être mis en application (labours contournés). Le « mixed farming » n'est pas à écarter non plus, par système

Moyens propres à parer à l'usure des Sols dans l'Est du territoire du Niger (Cercles de Gouré et de Nguigmi)

par

Ch. LEMAITRE
Ingénieur des Services de l'Agriculture.

INTRODUCTION.

Dans ce mémoire, il sera traité des problèmes du maintien de la fertilité des sols pour les seuls cercles de Gourré et de Nguigmi.

L'importance de cette région peut paraître limitée : 140.000 habitants. Cependant, ces deux cercles couvrent de vastes superficies et, en même temps qu'une transition entre les zones sahélienne et saharienne, constituent la limite nord des cultures sans irrigation du bassin tchadien de l'A.O.F. Pays en pleine évolution démographique par des apports successifs venant du sud (régions plus peuplées); pays où l'évolution du bétail est rapide et constante; pays où les défrichements

s'accélèrent en même temps que l'anarchie de l'exploitation accentue les effets d'une agriculture inconséquente; pays où les ressources sont encore assez grandes pour faire illusion, et pourtant où des surfaces importantes montrent déjà des signes de fatigue.

Il a paru préférable de restreindre cette étude à deux cercles qui forment un tout, plutôt que de lui ajouter celui de Zinder, limitrophe, plus varié, plus peuplé, plus agricole, plus menacé dans l'immédiat : en effet, si les mesures proposées sont en gros les mêmes, l'extension en surface aurait entraîné, *ipso facto*, l'expression de mesures plus générales, donc plus vagues et contraires à l'utilité d'un travail précis.

Les mesures préconisées n'ont évidemment rien de neuf : ce qui a été envisagé pour des régions analogues a été examiné sur le plan strictement local. Il ne saurait être question de découvrir le moyen unique, la panacée à appliquer contre l'usure des sols : c'est par un faisceau de mesures qu'elle pourra être réduite. Certaines des mesures proposées paraîtront faibles ou à bien longue échéance; cependant, ces mesures, chacune en soi insuffisante ou difficilement applicable, donneront, si concomitantes, des résultats assurés.

CHAPITRE I.

DESCRIPTION DU PAYS.

I. — GEOGRAPHIE PHYSIQUE ET HUMAINE.

Les cercles de Gouré et de Nguigmi se situent entre les 9°30' et 13°20' de longitude Est Greenwich et les treizième et seizième parallèles nord.

L'ensemble fait partie du bassin tchadien : au Nord le Massif de Termit, à l'Ouest les hauteurs du Koutous et du Mounyo bordent un bassin recouvert de dunes dont la pente générale va doucement finir dans le lac Tchad qui limite à l'Est la région étudiée.

1° Régions naturelles.

Au point de vue géographique, les indigènes ont déterminé ainsi les grandes régions naturelles :

Alakos, plaine de grès recouvert de sables, particulièrement déboisée, aux puits profonds (40 à 80 mètres), peu peuplée, donnant même en hivernage moyen des récoltes intéressantes.

Koutous, massif de grès, quelquefois recouvert d'une mince couche de latérite, dont le plateau s'est effondré en de nombreuses et larges vallées particulièrement favorables aux cultures, bordées de falaises hautes d'une centaine de mètres; les puits sont profonds (20 à 80 mètres), les vallées, cultivées depuis longtemps, sont sérieusement déboisées.

Mounyo, massif de roches granitiques, formant des hauteurs de 50 à 100 mètres; entre elles, les terres sont relativement fertiles; les puits sont profonds (20 à 40 mètres), mais on rencontre assez souvent des puisards de faible profondeur; le déboisement n'y est pas très avancé; dans le sud, mieux arrosé, les cultures viennent bien et l'arachide produit régulièrement.

Mangari, à l'est du Massif du Mounyo, se divise en *Mandaram* et *Gourbei*. Le Mandaram va du Mounyo jusqu'à la Komadougou; c'est le pays des salines : dunes de sable presque stériles, fixées par de hautes graminées, avec de nombreuses cuvettes fraîches ou des mares; on y cultive en hivernage le bas des pentes ainsi que les fonds non inondés et on y pratique les cultures irriguées quand la proximité de l'eau le permet.

Gourbei se situe au nord du Mandaram, ce sont de longues dunes, aux pentes généralement douces, portant une végétation d'acacias sur les dunes avec en plus des doums dans les fonds; les cultures n'y sont pratiquées que dans les bas-fonds (faya); les puits n'y sont pas profonds (2 à 10 mètres).

Toubori, au nord de la précédente région, jusqu'à Termit; pays de dunes assez élevées, les puits étant dans les cuvettes et relativement peu profonds (15 à 25 mètres); zone d'élevage exclusivement.

Komadougou, galerie forestière le long de la rivière Yoobé, large de quelques kilomètres; elle est riche et cultivée.

Kadzel, au nord de la précédente région; vaste plate-forme sans eau, où domine le *Commiphora africana*, n'a aucune valeur agricole.

Diogo, au nord du Kadzel; c'est la réplique du Toubori.

Ténérés, de chaque côté du Massif de Termit dans le Nord : dunes sans eau, ni végétation.

2° Climats.

Du type sahélien. Les pluies commencent en juillet pour finir en septembre (certaines années, il peut pleuvoir début juin (1943) — d'autres années, la pluie peut cesser fin août (1942/1947). Les moyennes pluviométriques vont de 500 mm. à la corne sud-ouest à 300 mm. à la corne nord-ouest de la zone cultivable, pour atteindre à peine 150 mm. à la hauteur de Nguigmi. Les lignes isohyètes ne sont pas parallèles à l'équateur, mais s'infléchissent fortement vers le sud-est.

La caractéristique du climat est donc : sécheresse excessive pen dant huit mois suivie d'une courte période humide et chaude et un hivernage de nonante jours au maximum. C'est dire combien les conditions sont sévères; c'est dire aussi combien il est difficile, sinon impossible, de préconiser des introductions de méthodes ou d'espèces venant de régions non rigoureusement semblables.

3° Populations nomades.

Arabes — Toubous. Ils habitent le nord du Cercle de Nguigmi et au sud du Massif de Termit; races originaires de l'Est, ils sont essentiellement éleveurs et transporteurs.

Bouzous (anciens captifs des Touaregs), en petit nombre, s'introduisent dans le pays, à l'Ouest surtout : éleveurs et transporteurs, ils cultivent peu.

Peuls, viennent de diverses origines; dans l'ensemble, ce sont les plus vagabonds des nomades, certains se déplaçant quotidiennement et n'ayant ni tente, ni abri provisoire. Ils possèdent de très gros troupeaux de bovins et d'ovins et commencent à élever le chameau. Eleveurs exclusifs ne faisant jamais de transport, c'est une race qui vit sur le pays, usant lentement les pâturages (ce sont eux qui allument les feux de brousse); depuis quelque trente ans, les peuls s'installent davantage dans le pays et rendent de plus en plus aigu le prob'ème des pâturages et de la végétation : ils partiront quand ils auront usé le pays.

Certains nomades commencent à cultiver : ce sont alors les plus destructeurs des cultivateurs. Bouzous et Peuls, attachés à rien dans le pays, défrichent et cultivent un an ou deux, puis abandonnent tout, alors que par l'importance de leurs troupeaux ils pourraient pratiquer l'agriculture la meilleure.

4° Populations sédentaires.

Dagaras habitent le Koutous et l'Alakos et commencent à coloniser le Mangari dans la région du Gourbeï; ce sont des cultivateurs sérieux, durs au travail, très attachés au sol.

Mangas habitent le Mounyo, Gourbeï, Mandaram et un peu la Komadougou vers l'ouest; assez nonchalants, ils cultivent juste pour leurs besoins et ensuite se livrent aux cultures irriguées ou à l'extraction du sel.

Mobbeurs vivent dans la galerie forestière de la Komadougou; travailleurs très attachés au sol du village où ils sont nés, ils cultivent avec soin et pratiquent couramment l'irrigation.

Une caractéristique des sédentaires de ces cercles : ils sont tous éleveurs. Ils possèdent un bétail varié : chèvres, moutons, vaches, ânes, chevaux ou chameaux. Les recensements donnent les chiffres suivants :

	Gouré	Mainé	Nguigmi
Population . . .	62.500	34.000	36.000
Moutons, chèvres . .	180.000	187.000	74.000
Bovins . .	62.000	77 000	77.500
Anes . .	10.500	12.000	5.600
Chevaux .	4 500	4.200	1.300
Chameaux .	5 000	1.100	7.200

Les chiffres du cheptel peuvent être doublés pour être plus près de la vérité.

La densité démographique ramenée à toute la surface donne les résultats suivants :

Gouré .. .. 0,91 au kilomètre carré.
Nguigmi ... 0,45 —

Mais en réalité, ces chiffres ne représentent pas grand-chose. Les immensités désertiques du nord ne sont pas du tout habitées, accidentellement traversées par des nomades; ramenées à leur valeur par régions agricoles, les densités démographiques sont à peu près les suivantes :

	Densités par rapport	
	aux superficies totales	aux superf cultivables
Alakos	3,10 au km²	5 au km²
Koutous . .	2,15	7
Mounyo	2,20	4,5
Mangari	1,10	5
Komadougou	16	18

5° Sols.

Non compris les sols qui seront toujours incultivables (rochers, plaques latéritiques, argile en voie avancée de latérisation, grès, etc.) les sols se ramènent à divers types.

Kyesa, sols sablonneux, différents selon que la formation a eu lieu sur place (Alakos, Mounyo, Koutous) ou que son origine est purement éolienne (Mangari). Ce sont le plus souvent des sols profonds, très perméables dans lesquels seule la couche superficielle, sur un ou deux centimètres, contient des traces d'humus; ce sont les sols les plus répandus : on y cultive le mil et à l'ouest, quand il pleut suffisamment, le haricot et quelquefois l'arachide.

Faya : ce sont les sols kyesa des fonds de cuvette non fraîches (eau de 2 à 10 mètres de profondeur); ils sont un peu plus fertiles que les sols dunaires; cultures de mil.

Tchidi tchilum : ce sont les sols de fonds de cuvettes fraîches (eau rencontrée entre zéro et 4 mètres de profondeur); ils sont sablonneux, plus ou moins teintés en sombre : ils conviennent bien au mil et aux cultures irriguées.

Kabé : sol des bords de la Komadougou; argilo-siliceux, dur, gris, se fendillant peu en saison sèche, plus ou moins profond, généralement posé sur un sous-sol silico-argileux ou même un sable alluvionnaire très léger. Ce sont les sols préférés par les Mobbeurs pour leurs jardins irrigués.

Karé (appelé kabé par les indigènes ne connaissant pas les véritables kabé de la Komadougou) : apparemment, ce sont des sols argilo-siliceux : en fait, ce sont des sols siliceux contenant un peu d'argile, à éléments très fins, à surface très battante. S'ils ne sont pas trop durs, ils conviennent assez bien à la culture du sorgho (c'est rare), recouverts d'une petite couche de sable (10 à 20 cm.); ce sont les meilleures terres à mil. S'ils sont durs, ils deviennent sans intérêt agricole, car les pluies sont toujours impuissantes à les mouiller à temps : c'est le cas du Kadzel tout entier.

Kurgo (Tolo tchilum) : ce sont les fonds de mares d'hivernage ou des méandres de la Komadougou; argile noire plus ou moins profonde, se crevassant extraordinairement après le retrait des eaux : ne conviennent qu'au riz.

II — EXPLOITATION DU SOL. — AGRICULTURE ET ELEVAGE.

La surface totale emblavée doit approcher 100.000 hectares. L'agriculture comprend les cultures d'hivernage, les cultures irriguées et des produits de cueillette.

1° Cultures d'hivernage.

Mil (Pennisetum, section penicillaria). Il couvre presque toutes les emblavures : 95 % au moins. On le cultive sur terres hyesa, faya, karé tendre, quelquefois sur tchidi tchilum. Les variétés cultivées sont de deux types :

ankoutes, dans le Koutous et l'Alakos, à épis courts (20 cm.) et larges (6 à 8 cm.) assez peu répandu;

badendji ou moro, dans le reste du pays et Alakos même; épis plus longs (40/50 cm.) et plus minces (2/3 cm.).

Ces deux variétés ont en gros les mêmes exigences et ne réclament que 90 jours pour mûrir entièrement leurs grains; le rendement est bas : de 150 à 400 kilos selon les années. Mais ce rendement est encore diminué par la présence de nombreux hybrides entre le mil cultivé et les pénicillaires spontanés inutilisables par l'homme; ces hybrides, nommés « Kemari », peuvent se rencontrer en proportions considérables dans les champs et atteindre le chiffre de 30 %; ils donnent un produit de très basse qualité, très difficile à récolter parce que caducs avant maturité complète.

A moins que l'hivernage ne soit particulièrement précoce, le semis a lieu avant les pluies, en mai ou juin, pour le quart ou la moitié des emblavures, le reste étant semé après la première pluie. Si l'hivernage tarde, tout est planté avant qu'il ne commence (mil et haricot). Dès la levée, on pratique un binage, qui restera le plus souvent l'unique, et la récolte dépendra de ce binage : elle est d'autant plus faible que ce binage est plus tardif.

Sorgho. — Il est cultivé surtout sur les bords du Tchad et de quelques mares d'hivernage, en sols kabé. On rencontre trois variétés : boul, ndoya et méré. Ce dernier est spécial aux laisses du Tchad; il y est irrigué naturellement par les mouvements alternatifs de l'eau que produisent les seiches du Tchad. Dans l'ensemble, le sorgho est très peu apprécié par les races locales.

Le *maïs* n'est pratiquement pas cultivé en culture d'hivernage.

Le *haricot* (vigna) présente trois variétés : malatar coloré, à gros rendement relatif et le boul, blanc. Tous deux demandent 120/140 jours pour arriver à maturité; ces variétés sont plantées en culture intercalaire dans les champs de mil, seulement dans le Koutous et le Mounyo; leur culture, trop aléatoire dans le Gourbeï, le Mandaram et le Komadougou, n'y existe pratiquement pas.

Une troisième variété, le fideu tadawa mûrit en soixante jours; on ne la rencontre que sur les bords de la Komadougou; elle demande à être cultivée toute seule; c'est pourquoi elle est peu cultivée; ses qualités gustatives valent celles de la variété boul.

2° Cultures irriguées.

Elles sont variées : on a tendance à en minimiser l'importance; cependant, leur extension, possible dans ces cercles, diminuerait fortement les besoins en terre de culture d'hivernage.

On rencontre le blé, le maïs, le manioc et la patate, le coton, divers légumes. La culture se fait selon les méthodes des fellahs d'Egypte : rigoles et petits carrés, sur les bords de la Komadougou; irrigation à la calebasse ou par remontée d'eau naturelle (terre nosou) dans les cuvettes.

On peut inclure dans ces cultures le dattier. Actuellement, 5.000 pieds femelles sont en rapport; c'est un chiffre qui pourrait être aisément décuplé.

3° Produits de cueillette.

Pour l'exportation, la gomme arabique : 500 tonnes environ.

Au point de vue produits de cueillette alimentaires, seuls les produits faisant l'objet de récoltes annuelles sont mentionnés (les produits de disette ne le sont pas) en premier lieu, la noix de doum (*Hyphaena thebaica*) dont la pulpe est consommée sur place ou exportée vers le Cercle de Zinder pour les palmeraies du Mounyo, vers la Nigéria anglaise pour celles de la Komadougou. Ensuite la graine du *Boscia senegalensis;* puis une graminée poussant dans les mares sans profondeur, nommée kashya (non déterminée) et très peu de riz; ces trois derniers produits n'intéressant que la Komadougou.

4° Assolement.

Pour le nomade, il n'y a pas d'assolement : il défriche là où il demeure pour l'instant et s'en va un an ou deux après.

Pour le sédentaire, il n'y a qu'un assolement, pas toujours suivi : de quatre à sept cultures sucessives de mil, puis une jachère d'assolement pendant un laps de temps aussi long. Cette rotation se fait deux ou trois fois de suite (jusqu'à quatre fois dans les bonnes terres), puis le champ est abandonné pour une jachère de régénération qui durera plusieurs décades. Lorsque la végétation aura repris l'allure d'une forêt primaire, on pourra défricher à nouveau.

Cet assolement n'est suivi que par les sédentaires des régions un peu fertiles ou peuplées (Alakos, Mounyo, Koutous, Komadougou). Dans le Gourbeï et le Mandaram, le sédentaire a tendance à faire comme le peul : culture et jachère de régénération immédiate, cela entraîne un total exagéré de défrichements annuels.

5° Elevage.

Dans tout le pays, on rencontre les animaux habituels de l'homme, avec une prédominance du chameau dans le nord. L'élevage est pratiqué par tout le monde : sédentaires et nomades. De plus, la transhumance amène un nombre élevé d'animaux de Nigéria venant pâturer dans le nord. L'élevage est extensif, les animaux engraissent en hivernage, se maintiennent ensuite en mangeant les herbes sèches et les feuilles des arbres et maigrissent avant l'hivernage en se nourrissant d'espérance.

Le pays tire le plus clair de son revenu des produits des troupeaux: animaux exportés sur pied, peaux, laitages. Cependant, on doit regretter que l'élevage extensif actuel n'entraîne qu'une richesse nettement inférieure aux possibilités. Plus rationnel, l'élevage obligerait le pasteur à sélectionner un cheptel producteur de viande et de lait. En outre, l'éleveur s'attache avec sentiment à son bétail et ne s'en sépare qu'avec peine, d'où pâturages surchargés par des animaux de valeur économique souvent nulle.

C'est pourquoi, devant l'évolution démographique et l'ascension considérable et constante du bétail, il convient, par des moyens fiscaux ou administratifs, non de freiner l'essor économique, mais de diriger la sélection du troupeau par une lutte contre les animaux inutiles ou de faible rendement.

Dans cette lutte, c'est contre le peul que, malgré le charme si attachant de cette race, nous aurons surtout affaire. Quelle est l'utilité économique du peul dans le monde moderne ? Vivant misérablement auprès de la plus grande richesse du territoire, il refuse de commercialiser la viande de son troupeau; toujours en mouvement, il ne peut et ne veut sélectionner que des animaux aptes à la course, d'un rendement en viande et en lait ridiculement bas; l'attachement qu'il porte à ses bêtes lui interdit de les vendre, sauf à l'extrême vieillesse; cet attachement lui interdit de les faire travailler; par ses déplacements considérables, il entrave toute tentative commerciale sérieuse de s'établir, si bien que les produits de son élevage sont pour la plupart perdus; loin de tout, par principe, il sera le dernier à vouloir accepter une réglementation tendant à la protection des pâturages, il sera le dernier à vouloir changer son bétail véloce pour un autre plus lourd, de plus haut rendement. Ces défauts dont j'accuse le peul, les éleveurs sédentaires les ont aussi à un moindre degré.

En passant rapidement dans les cercles de Gouré et de Nguigmi, on ne pourrait croire à la surcharge des pâturages. Et pourtant... Avant l'occupation, il y avait équilibre; depuis, un fait nouveau s'est produit : des nomades de l'extérieur, bouzous avec moutons (en petit nombre) et des peuls avec vaches et moutons ne cessent d'envahir

le pays. Ces gens n'ont aucun respect pour la végétation : émondages extravagants d'arbres (on coupe toujours beaucoup plus de brindilles que n'en peuvent manger les animaux); étêtage de milliers de palmiers doums; feux de brousse systématiques. Ces nomades amènent une perturbation que les sédentaires pressentent : témoins, l'opposition très nette des toubous à permettre aux peuls de creuser des puits dans « leurs cuvettes »; opposition des dietkos et quelquefois des mangas à permettre aux peuls d'étêter « leurs doums »; heurts souvent violents entre peuls et mobbeurs sur la Komadougou.

CHAPITRE II.

MAINTIEN DE LA FERTILITE SOUS COUVERTURE SPONTANEE.

Le problème de la fertilité des sols présente deux aspects : pendant l'exploitation humaine et sous couverture spontanée. Le premier aspect est le plus important puisqu'un sol ne s'usant pas serait indéfiniment utilisé, l'évolution démographique seule entraînant de nouveaux défrichements. Ce sera l'objet du chapitre III.

Le deuxième aspect paraît tout simple à résoudre : réservation forestière totale. Mais on est en droit de se demander si le problème de la conservation des sols sous couverture spontanée doit se ramener à vouloir conserver indéfiniment un équilibre biologique auquel nous semblons conférer la qualité d'optimum, de telle manière que s'il devait subir une altération que nous estimons irréversible, le nouvel équilibre serait biologiquement plus pauvre et, car il n'y a que le point de vue ultilitaire qui compte, de moindre valeur pour l'homme.

Dans ce mémoire, il n'est question que des cercles de Gouré et Nguigmi : ce qui y est avancé ne doit donc pas être critiqué par rapprochements avec des régions différentes, mais par analogies avec des régions semblables, du moins en apparence.

On peut affirmer que, ici,

pour la majorité des sols, il n'y a pas de latérisation en cours;

il n'y a plus de formation forestière primaire; depuis longtemps le feu et les cultures les ont dégradées;

il ne serait pas oiseux de chercher, dans une étude approfondie, à savoir si l'équilibre biologique que nous rencontrons aujourd'hui est vraiment le plus avantageux pour l'homme : dans les cuvettes ou sur les bords de la Komadougou, à coup sûr non; pour les autres sols, il est moins aisé de se prononcer, car les herbes et les arbres fournissent d'excellents pâturages, à condition de ne pas surcharger la surface.

L'intérêt de la conservation des sols sous couverture spontanée vient d'abord de ce qu'ils sont les futurs sols de l'agriculture et comme tels ne doivent pas être sottement exploités, dégradés ou même détruits par des éleveurs irréfléchis ou de passage (feux systématiques), ensuite parce qu'ils assurent un taux de déboisement indispensable.

Le maintien ou même l'extension de la couverture spontanée peut être favorisé de plusieurs façons :

lutte contre les feux de brousse,

réduction des défrichements,

extension du couvert forestier,

mesures administratives ou fiscales.

I. — LUTTE CONTRE LES FEUX DE BROUSSE.

Dans nos régions, le feu ne rencontre presque jamais de chemin un peu large faisant l'office de pare-feu; aussi, bien qu'il n'ait que des herbes basses et clairsemées pour aliment, il parcourt des dizaines de kilomètres sans aucune difficulté, dévorant ainsi des dizaines de milliers d'hectares de bois ou de pâturages; plus tard, le vent enlèvera les cendres : cette érosion étant peut-être la plus grave de toutes.

Restreindre les feux de brousse est donc indispensable. Du point de vue répressif, la question est ici la même que dans les autres régions de l'A.O.F. La lutte effective est plutôt aisée : les herbes sont basses et les flammes ne sont jamais violentes; il suffit d'avoir des gardes en nombre suffisant pour faire appliquer les textes (réquisition de travailleurs). Quant à la protection préventive par des bandes pare-feu perpendiculaires à la direction des vents dominants, il serait assez facile de les établir et de les entretenir avec un matériel motorisé, mais c'est coûteux.

II. — REDUCTION DES DEFRICHEMENTS ET DES DESTRUCTIONS.

1° Restrictions directes.

Je dois, dès le début, préciser que je ne suis pas d'avis de réserver les forêts selon la méthode classique. La forêt est un pâturage et l'interdire aux animaux revient à surcharger les zones non réservées ou à diminuer le potentiel économique du pays. De plus, et cela est maintenant prouvé dans le Cercle de Gouré, une forêt de gommiers (*Acacia senegal* et *A. lacta*) naît, vit et meurt comme un individu : son classement est illusoire, puisque dans quelques décades il ne restera rien que des herbes entre les limites. Il n'est pas dit d'ailleurs que, pour d'autres acacias, il n'en soit pas de même.

La réservation d'une forêt doit être quelque chose de souple : la forêt classée reste ouverte au pâturage, mais il est interdit d'y défricher, d'y cultiver et d'y émonder des arbres. Seules seront mises en défense absolue les zones à reboiser, en cours d'enrichissement ou après coupe de taillis. Ainsi, la superficie du domaine classé peut être considérablement augmentée, sans amener de perturbations graves dans la vie économique; seules les destructions importantes sont supprimées.

Les restrictions directes apportées aux défrichements doivent être étendues au maximum :

a) *Restrictions totales :* — réservation de tout le territoire au nord de la ligne déterminée par le puits de Tabirat, un point situé à 15 km. au nord du puits de Martchoum, le puits de Karagoua, un point à préciser à distance égale des puits de Kabé et Karagoua Bouzou, le puits de Mir, Nguigmi.

— réservation de tous les terrains où la végétation est maigre (terres incultivables, pentes rapides, etc...).

— réservation du massif d'*Acacia raddiana* et *Commiphora africana* situé au nord-est du Koutous; limites approximatives : Kriboul, Laraba, Soukounadi, Sassamboula.

b) *Restrictions provisoires.* — Par la réservation des superficies non encore défrichées : ces zones serviront de culture de l'avenir. Ces restrictions provisoires doivent être étendues au maximum : elles ralentiraient le vagabondage des cultures sans gêner l'élevage.

c) *Aménagements sylvico-pastoraux,* dans le nord, au delà de la ligne d'interdiction des cultures annuelles d'hivernage. Le pâturage est anarchique : on pâture jusqu'à épuisement des espèces intéressantes, ce qui gêne puis empêche leur régénération. Des aménagements sont à étudier, dans lesquels des zones seraient interdites aux troupeaux pendant trois à cinq ans : interdiction assez simple à obtenir par fermeture des puits et interdiction d'en forer pendant le temps nécessaire à la reconstitution du pâturage. En hivernage, époque où toutes les espèces sont vigoureuses, les animaux seraient admis sur ces réserves.

d) *Aménagements sylvico-agricoles.* — Par le classement de forêt d'*Acacia senegal*, l'expérience a montré que, dans le Cercle de Gouré, la forêt de gommiers peut être comparée à un individu dont l'existence est courte : 50 à 75 ans. D'une part, le gommier ne s'établit vigoureusement que dans les anciennes cultures en jachère de régénération; d'autre part, les forêts de gommiers après défrichement constituent d'excellents sols à mil; il paraît donc raisonnable de chercher à tirer parti de ces tendances complémentaires, par une succession d'exploi-

tation agricole (mil) et d'exploitation forestière (gomme). Pour toute la zone du gommier, il est indispensable que les services intéressés mettent au point des projets de ce genre à soumettre à l'Administration.

2° Restrictions indirectes.

On peut appeler ainsi toute restriction ne provenant pas d'une interdiction formelle de défricher, mais amenée par une mesure supprimant le besoin de défricher. Rentrent dans cette catégorie :

a) Meilleure utilisation du sol. — Il est évident qu'une exploitation rationnelle du sol diminuerait, par augmentation des rendements, les besoins en surface. Que faut-il pour que l'exploitation soit rationnelle ? Un assolement équilibré, une fumure régulière assurant la restitution des éléments, un travail soigné et des semences sélectionnées.

D'assolement et fumure, il sera question plus loin. Le travail soigné viendra avec un potentiel accru de production; quant aux semences de choix (sélection pedigree), elles ne sauraient être obtenues ici. il faut un établissement spécial à l'échelle de la colonie ou de la fédération. C'est pourtant un aspect à ne pas dédaigner : des variétés de pénicillaires à haut rendement entraîneraient d'office une diminution des emblavures.

b) Extension des cultures irriguées — Ces cultures sont déjà connues et pratiquées : il suffit de les intensifier. On cherchera à étendre les cultures pérennes : dattier; les cultures de saison humide : maïs, coton et même fourrage; les cultures de saison sèche : blé, maïs, patates ou manioc. Ces cultures, riches sous irrigation, permettent d'envisager l'emploi du moteur pour le pompage, et grâce à lui, une colonisation administrative où il sera possible d'inculquer des méthodes d'exploitation préservatrices de la fertilité.

Outre ces cultures, il faut étudier les aménagements à apporter aux mares d'hivernage pour que le riz soit régulièrement cultivé.

Les emplacements propices à toutes ces cultures abondent dans le Mandaram et le Gourbeï ainsi que le long de la Komadougou. Dans le Mounyo et le Koutous, des puisards restant frais assez long temps après l'hivernage indiquent les points à étudier pour construire des barrages souterrains de retenue des eaux circulant en sous-sol.

Enfin, il conviendrait d'avoir une politique de colonisation des endroits irrigables : à l'aménagement et la motorisation de certaines cuvettes ou de la Komadougou doivent correspondre des dispositions administratives rendant obligatoires les cultures irriguées, même à des distances assez grandes du village résidentiel. Ces dispositions n'auraient rien de contraire aux habitudes locales : il existe actuellement, du Mounyo vers le Mandaram, un mouvement de transhumance agricole amenant annuellement les cultivateurs dans leurs cuvettes, la distance parcourue allant de 20 à 50 km.

III. — EXTENSION DU COUVERT SPONTANE.

La forêt semble devoir couvrir la surface entière du pays, à l'exception des dunes du Mandaram qui, sur 500.000 hectares environ, paraissent vouées à une couverture herbacée. Il y a lieu de réviser l'impression produite par le Mandaram : on peut remarquer que les petits bosquets d'arbres qui ont réussi à s'installer aux emplacements abandonnés par les villages temporaires où les troupeaux végètent fort bien. Ce sont des terres nues, non par vocation, mais parce que ces dunes sont trop nouvellement fixées pour pouvoir être colonisées spontanément par une espèce arbustive.

Le problème de l'extension du couvert se présente de deux manières :

reforestation des zones défrichées,

boisement des sols nus (Mandaram, Koutous, Alakos).

1° Reforestation des zones défrichées.

En dehors des terres abandonnées par la culture, dont le taux de boisement est nul et dont on attend un enrichissement naturel par une jachère de régénération, il peut être question de boiser les terres en culture. Une Mimosée, le *Faidherbia albida* y parvient. Cette espèce est la providence du cultivateur soigneux :

— défeuillaison pendant l'hivernage, ce qui permet les cultures sous son couvert;

— feuillaison pendant la saison sèche et les mois si chauds et si lumineux d'avril à juin, ce qui réduit l'irradiation solaire;

— grosse production de gousses fourragères, assurant un taux d'animaux plus élevé au km^2 et en même temps une fumure sous les arbres à l'ombre desquels les animaux se plaisent;

— résistance marquée au feu et à l'émondage par les bergers.

Une ombre au tableau : difficultés réelles pour le planter ou le semer. Lorsque le service compétent aura étudié cet arbre et déterminé les conditions de sa réussite, le boisement des terres en culture sera facilement assuré, soit par les services techniques intéressés, soit, et cette méthode paraît préférable, par les cultivateurs eux-mêmes.

Une terre à mil doit être couverte de 50 à 80 Faidherbia à l'hectare. Pour favoriser la plantation par les cultivateurs, il conviendrait d'instituer un système de primes : tout cultivateur pouvant prouver la réussite du nombre d'arbres requis aurait droit à une prime assez élevée. Il est bien évident qu'il faudrait prendre des précautions pour ne pas être joué. Ce système serait un peu coûteux, mais il réussirait.

Le *Faidherbia* est une espèce longévive et qui, une fois implantée dans un sol travaillé par l'homme, y végète remarquablement : on

n'aurait donc pas à craindre de payer plusieurs fois la prime. Un avantage, entre autres, de cette méthode réside dans le fait que le cultivateur prendrait conscience de la propriété des arbres fourragers plantés par lui et par suite de la propriété du sol : il tendrait donc vers la stabilisation.

En un mot, pour une dépense relativement peu élevée, on obtiendrait les résultats suivants :

— élévation du taux de boisement;

— élévation du taux d'animaux;

— protection du sol contre la lumière et la chaleur;

— enrichissement par la défeuillaison annuelle et les défécations des animaux;

— allongement du cycle d'utilisation par suite de la fertilité accrue.

Ce moyen d'enrichir le sol n'est pas toujours réalisable sur les terres à sous-sol argilo-siliceux, gréseux ou latéritiques; le *Faidherbia albida* ne réussit pas, à moins qu'il n'y ait un fond restant frais pendant toute la saison sèche : c'est dire que cette espèce n'est pas une panacée. Cependant, elle rendrait de très gros services dans tout le Mandaram, Gourbei, Mounyo et une partie importante de la Komadougou.

2° **Boisement des sols nus.**

Mandaram. Ces dunes sont couvertes de graminées élevées, la flore arbustive étant représentée par une asclépiadacée, le *Leptadenia spartium*. De temps à autre, on trouve un petit bouquet d'arbres *Balanites aegyptiaca, Acacia raddiana,* là où ont séjourné des animaux; d'autres fois, quelques *Faidherbia albida* dispersés dans les pentes (anciens champs de culture généralement) et plus rarement, surtout dans l'Ouest, quelques pieds isolés bien venus de *Bauhinia reticulata*.

Donc l'arbre vient bien en sols dunaires du Mandaram. Mais pour s'installer, il semble avoir besoin d'un adjuvant : dans le cas des troupeaux en stabulation, il est physique par le fouissement provoqué par les pieds des animaux et chimique par les déjections. Il est d'autre part probable que, une des causes de la non réussite des semis spontanés dans les sables dunaires du Mandaram, vient de la mobilité superficielle; éléments grossiers ne retenant pas l'eau de pluie, déplacement horizontal des particules qui scient la jeune écorce dès le mois de novembre. Ces conditions se présentent sans doute dans tous les sols siliceux, mais à un moindre degré que dans le Mandaram; en outre, il y a le plus souvent excédent de jeunes pousses de l'année d'où, malgré de mauvaises conditions, une certaine réussite; dans nos dunes, par manque de porte-graines, il y a carence de brins de semis et la réussite devient exceptionnelle.

Le principe à suivre est la création de petits peuplements qui serviront plus tard de centres de dispersion de graines pour une extension spontanée des espèces choisies. La plupart des arbustes sahéliens étant propagés par les animaux après ingestion de la gousse, il ne saurait être question d'y interdire le pâturage, au contraire.

Quelles espèces préconiser ? A moins que, dans l'avenir, une espèce nouvelle ne se révèle intéressante, les arbustes locaux (*Faidherbia albida, Acacia raddiana, A. senegal, Bauhinia reticulata, B. rufescens...)* sont tout indiqués : fourrage par leurs feuilles ou leurs gousses, ou encore exsudation exportable (gomme arabique).

Comment pratiquer économiquement ? Il ne saurait être question de repiquer des brins de semis ou des stumps. D'un autre côté, le semis en début d'hivernage est difficile parce que, à cette époque, on ne trouve pas de main-d'œuvre. La méthode pratique reste donc à mettre au point. Quand on visite ces régions, on a l'impression que les espèces locales germent et végètent mieux dans des sols déjà travaillés en surface. C'est pourquoi la constitution de petits peuplements pourrait s'imaginer ainsi :

— préparation du sol et semis en sec en mai (préparation mécanique, graines ayant subi une préparation pour germer rapidement).

— semis en bandes de 2 à 3 mètres de large, séparées par des bandes non travaillées de même largeur ou du double, dont la végétation herbacée entraverait l'érosion éolienne pendant les premières années.

Il semble qu'avec cette méthode, un petit tracteur genre « Farm all » arriverait à constituer des peuplements de 1.000 à 1.500 hectares par an.

Alakos et Koutous. — Le déboisement y est très avancé. Il s'agit de constituer dans les terres en jachère de régénération, donc abandonnées par la culture, des peuplements susceptibles d'assurer une insémination naturelle importante et d'élever quelque peu le taux de boisement. Les aménagements sylvico-agricoles doivent y être essayés de suite en même temps que des forêts de petite superficie, pour ne pas trop gêner les cultivateurs, seront constituées. Les espèces seront les mêmes que précédemment avec en plus le *Maerua crassifolia.* Là aussi, la méthode par bandes alternées devra être préférée.

IV. — MESURES ADMINISTRATIVES ET FISCALES.

Par ces mesures, il s'agit de mettre le cultivateur et l'éleveur dans des conditions telles qu'il soit obligé de modifier ses façons de travailler dans un sens favorable à la conservation de la fertilité des

sols en même temps qu'il puisse y trouver des avantages personnels. Ce sont les mesures les plus délicates à faire admettre par ceux qui dirigent : administration générale, chefferie, représentants des électeurs. En effet, chacun voit, sans sourciller, partir l'humus dans la fumée des feux de brousse, les forêts diminuer sous la hache de l'éleveur et la houe du cultivateur, les terres cultivées s'appauvrir jusqu'à l'anéantissement. Personne ne parvient à croire que l'ensemble du pays peut se stériliser, malgré les preuves fournies par certaines régions du Sénégal et, dans les régions dont il est ici question, par les anciens champs de culture situés aux environs de Goubdo (champs d'Ardawa) qui, en plus d'un siècle, n'ont pas repris de fertilité et sont aujourd'hui entièrement dénudés.

Il ne sera plus possible de rattraper le temps perdu, lorsque, dans vingt-cinq ou trente ans, la population et le cheptel ayant doublé, la famine s'installera à demeure dans le pays.

Les mesures administratives ou fiscales ne doivent pas, à mon humble avis, être expressives, ou alors seulement dans les cas de mauvaise foi avérée. Elles doivent avoir un caractère éducatif par des primes ou des détaxations et un caractère coercitif par des taxes supplémentaires.

En effet, on ne peut considérer comme délinquants des gens qui vivent selon la tradition. De même que la propagande, l'effet éducatif, même par des primes assez élevées sera lent à faire de l'effet; la coercition donne des résultats plus rapides et malgré son aspect peu engageant et rébarbatif, on doit considérer qu'il est normal que des cultivateurs qui travaillent mal par paresse, que des éleveurs qui détruisent par le feu des milliers d'hectares de pâturages, indemnisent la collectivité des dégâts causés au patrimoine de tous par leur paresse ou leur inconséquence.

Il y a lieu de prévoir des textes pour lutter contre l'anarchie des exploitations et contre le bétail inutile, pour favoriser une meilleure agriculture. Ci-dessous une simple énumération de quelques mesures dont la mise à l'étude devrait être décidée.

1° Lutte contre l'anarchie des exploitations.

Aménagements sylvico-pastoraux et sylvico-agricoles. Il en a été parlé plus haut. Les textes forestiers en vigueur permettent de les instituer sans réglementation spéciale, des textes d'application suffisent.

Taxe de déménagement et de changement de localité. Les habitants, surtout de race manga, changent souvent de résidence sans raison valable : ces changements entraînent souvent le changement de champ (donc un nouveau défrichement). Pour inciter le cultivateur

à rester plus tranquille, on sanctionnerait ces déplacements par une taxe.

Taxe de défrichement. Lorsque les aménagements sylvico-agricoles commenceront à fonctionner, il faudrait instituer une taxe spéciale de défrichement que paieraient tous ceux qui défricheraient de nouveaux champs non situés dans les emplacements prévus par l'aménagement. De cette façon, on ralentit les défrichements, et, en incitant les cultivateurs à demander l'aménagement de leurs champs, on organise et on régularise la mise en état de nouvelles terres.

2° Lutte contre le bétail inutile.

Augmentation régulière des impôts sur bétail. Pour payer ses impositions, le propriétaire devra se résoudre à se débarrasser des bêtes vieillies, des mâles non dressés au portage, des races de faible production : il sera amené à sélectionner son bétail pour rechercher les animaux de plus haut rendement en puissance, en viande et en lait. On peut faire confiance au peul pour une sélection de ce genre : il est assez fin éleveur pour y parvenir aisément.

Vulgarisation d'animaux de choix. En même temps, il est indispensable que les services techniques trouvent et vulgarisent des animaux de meilleur rendement et puissent indiquer les cultures fourragères à pratiquer. Pour vulgariser un animal de choix, il faut mettre l'éleveur dans la nécessité de l'élever par des avantages: pour cela, des textes sont indispensables qui, soit par des détaxations, soit par des primes intéresseront l'éleveur. Un exemple : les chèvres rousses sont de plus haut revenu que les autres (lait et surtout peaux). Pour assurer l'extension de cette race, on castre les jeunes boucs tachetés, mais il reste des chèvres tachetées parce que l'éleveur ne fait pas lui-même de sélection. Pour l'y amener, dans toute la région où il a été reconnu que cette race doit exister seule, augmenter l'impôt sur les chèvres et détaxer en partie les élevages ne comprenant aucun animal tacheté.

Des mesures analogues peuvent être prises pour la plupart des animaux. Mais une étude préalable sérieuse est indispensable pour éviter des textes pris un peu au hasard et dont l'application serait impossible ou ruinerait les éleveurs (par exemple vouloir l'élevage de la chèvre rousse dans le Toubori).

3° Textes en faveur d'une agriculture soignée.

Fumure. — Prendre un texte portant réglementation pour la mise en réserve des ordures ménagères et leur emploi dans les champs de culture.

Engrais vert. Cultures fourragères. Jachère cultivée. — On peut encourager l'emploi par un système de primes par hectare correctement fait (évidemment quand la formule aura été mise au point).

Cultures irriguées. — Texte instituant un impôt à l'hectare de terre irrigable non mis en valeur. En effet, dans ces pays, il arrive souvent que des parcelles particulièrement favorables ne soient pas cultivées parce que le propriétaire n'a pas besoin d'argent; par contre, d'autres cultivateurs seraient prêts à les cultiver, mais ils n'en ont pas le droit. Un impôt mettra le propriétaire dans l'obligation de cultiver lui-même ou de faire cultiver (métayage ou location) ce qui revient au même au point de vue production générale. Le choix de la culture irriguée doit être laissé au propriétaire qui seul connaît bien les possibilités de son terrain.

En outre, dans les régions où abondent les terres irrigables, rendre leur mise en valeur obligatoire par une détaxation partielle de l'impôt personnel, qu'on aurait préalablement augmenté (détaxation en faveur de ceux qui pratiqueraient les cultures irriguées).

CHAPITRE III.

MAINTIEN DE LA FERTILITE PENDANT L'EXPLOITATION AGRICOLE.

C'est la question primordiale. Pour y atteindre, on a le choix entre la restitution pure et simple par la fumure, ou une rotation judicieuse des cultures, avec ou sans jachère Les questions soulevées sont très difficiles à résoudre.

I. — FUMURE

Bien qu'aucune expérience quantitative sérieuse n'ait été menée dans nos régions, il est patent que la fumure organique provenant du parcage d'animaux dans le champ est un gros appoint : les rendements peuvent atteindre le double des autres et le sol reste en partie enrichi pour les deux ou trois années à venir. Mais en contrepartie, on peut craindre un excès d'azote en année sèche (ce n'est pas rare). L'excès d'azote amène une végétation luxuriante : en cas de sécheresse prolongée en juillet, on constate un desséchement des plantes avant la fin de l'épiaison; en cas de sécheresse en fin d'hivernage, cas le plus fréquent, on constate soit un avortement des fleurs, soit un échaudage des grains. C'est pour cela que les agriculteurs ne sont pas toujours enthousiastes pour le parcage. Ce risque, inexis-

tant en culture irriguée, situe le problème à résoudre : appliquer une fumure légère et renouvelée tous les ans.

1° Fumure organique.

Elle apparaît tout indiquée dans un pays d'élevage. Et pourtant... Le fumier est brûlé autour des cases à cause des mouches. Le parcage n'a presque jamais lieu (quelques nomades à part); le contrat de parcage n'est pas en usage dans ce pays où les peuls sont d'arrivée récente : il faudrait d'ailleurs que le parcage soit mené avec beaucoup de soins pour répartir également une légère couche de fumier. Il y a là toute une propagande à faire pour amener le cultivateur à s'entendre avec l'éleveur pour une fumure régulière de son sol, pour que le cultivateur emploie, chaque fois qu'il le peut, le fumier de son troupeau. Des modalités de contrat sont à trouver et cette entente entre éleveurs, gros et petits, et agriculteurs doit être recherchée par tous les moyens.

Pour ce qui est de la fumure organique familiale — j'entends par là les ordures de la cuisine, de la case, les crottins du cheval ou des chèvres, en un mot les résidus de la vie familiale — la coutume de les incinérer doit être proscrite et punie d'amende; en même temps, une propagande soutenue essaiera de faire admettre aux populations que ces ordures doivent être déposées dans les champs.

Ces deux propositions ne sont pas simples vues de l'esprit; en effet, dans un cercle voisin, la densité de la population de certains cantons (Kantché, Magaria, Dungas du Cercle de Zinder) a déjà obligé les cultivateurs à pratiquer quand ils le peuvent le parcage, soit avec des animaux de pasteurs (relativement aux surfaces, c'est de peu d'importance), soit avec leurs propres animaux, ainsi qu'à transporter, du moins en partie, les ordures ménagères jusque dans les champs. Il semble qu'une coercition légère, accompagnée d'une propagande soutenue, amènerait le cultivateur à voir où se trouve son intérêt.

2° Fumure minérale.

A moins d'une découverte de gisement à proximité de notre colonie, cette fumure restera à l'état de rêve, les frais de transport paraissant devoir dépasser le bénéfice réalisable. D'ailleurs, les terres cultivées perdant très vite leur humus, il est probable que le pouvoir d'absorption de nos sols sablonneux serait très faible : en culture sèche, ces engrais paraissent appelés à peu d'avenir. En culture irriguée, il n'en est pas de même et l'emploi de certains engrais tels que ceux apportant des éléments qui font tant défaut : calcium, phosphore, azote pourrait être avantageusement essayé.

3° Fumier artificiel.

La mise au point de sa fabrication n'est pas un problème difficile, sa réalisation pratique en grand est plus délicate. Il semble bien d'ailleurs que le petit cultivateur ne s'astreindra pas à en fabriquer. De plus, il n'est possible de le réussir qu'à la condition d'avoir facilement de l'eau à sa disposition : ce qui réduit son utilisation aux seules cultures irriguées. Il est évident que chaque fois que ces cultures sont étendues : centres de colonisation ou centres purement indigènes, la fabrication de cet engrais doit être entreprise et devenir régulière. Les matières fertilisantes indispensables seraient achetées en Europe.

4° Engrais vert.

C'est le meilleur moyen à notre disposition pour maintenir un taux élevé d'humus dans le sol. Mais sa réalisation soulève bien des problèmes.

a) Quelle espèce semer ? On a pour habitude de préconiser une légumineuse; est-ce réalisable ici ? Pour que la plante entre en voie de décomposition dans la terre, il est nécessaire qu'elle soit enfouie au moins un mois avant la fin de l'hivernage et pendant une période où il pleut encore suffisamment. Or, ici les pluies sont courtes : 100 jours au plus, avec le plus souvent un mois de septembre sec. Pour que la plante devienne un véritable engrais, il faudrait l'enfouir avant le 15 août. Quelle est la légumineuse qui, donnant abondamment des graines de semence, végétant vite et bien dans les sols très légers, aura un développement suffisant en quarante-cinq jours ? certaines années même, en trente jours ?

En définitive, la question qui se pose est celle-ci : ne doit-on pas préférer pour engrais vert une graminée répondant aux conditions exigées ? Ce qui importe ce n'est pas tant de fixer l'azote de l'air par les nodosités des racines que d'enfouir une masse considérable de matière vivante : entre les 150 à 200 quintaux de matière verte qu'on peut attendre d'une graminée et les quelque 40 à 50 quintaux de la légumineuse, le choix n'est-il pas inéluctable ?

On peut également prévoir une sole d'engrais vert portant sur deux ans : semis lors du premier hivernage d'une légumineuse pérenne et enfouissement en juillet de l'année suivante. Cette méthode est séduisante, mais il reste à trouver la plante pour terre légère et sèche végétant bien d'une année à l'autre et non broutée par les animaux.

b) Réalisation pratique. — La méthode mise au point, sa réalisation nécessite deux choses : un procédé d'enfouissement et la bonne volonté des agriculteurs. Cette dernière, ne le cachons pas, fera

entièrement défaut : le cultivateur ne tient pas à faire un travail dont il ne voit pas l'utilité. Pour enfouir, une charrue ordinaire suffit, mais en dehors de ce travail, la charrue restera sans emploi (il ne faut pas labourer les sols siliceux sous peine de les voir perdre leur fertilité en un an). La charrue sera une énorme dépense pour un travail déplaisant; donc le cultivateur n'achètera pas de charrue et l'engrais vert, méthode classique, s'avère irréalisable.

c) *Méthode bâtarde.* — On peut essayer d'une méthode réduisant au minimum l'effort du cultivateur.

Choisir une graminée de végétation rapide et vigoureuse : le petit mil peut convenir. Semer en terre sèche (mai) comme pour les cultures vivrières habituelles; semis dense à 30/40 cm. de distance. Quand ce mil atteindra un mètre de hauteur, c'est-à-dire, selon les années, entre le 1er et le 15 août, le couper à une hauteur de 10 à 15 cm. au-dessus du sol, répartir la coupe uniformément sur le sol. Les pluies amèneront un début d'humification qui s'arrêtera avec la fin des pluies; il y aura eu sans doute un certain départ de talles de mil. En octobre, cette parcelle sera ouverte comme les autres aux animaux qui y trouveront un peu à brouter. La coupe, tassée par les pluies et en partie humifiée, protègera le sol contre le soleil et le vent. L'humification se terminera lors de l'hivernage suivant, sans enfouissement. Mais sur un tel engrais, parmi l'enchevêtrement des tiges et des feuilles, le sarclage sera difficile, surtout à l'hilaire.

Cette méthode ne vaut pas l'engrais vert, classique, mais elle ne demande qu'un effort pendant l'hivernage : la coupe, et ce, sans acquisition d'un matériel spécial. Peut-être le cultivateur se laissera-t-il convaincre ?

II. — JACHERE

La recherche d'un assolement par une rotation de cultures où entrerait une légumineuse améliorante paraît rationnelle. Mais dans notre région, les légumineuses donnent peu de produits utilisables : l'arachide ne vient pas, le haricot est aléatoire, de plus le sarclage finit par amener sous l'action combinée de l'aération et de la lumière une oxydation accélérée de l'humus et sa disparition, si bien qu'au bout de quelques années, d'une terre normale, il ne reste qu'un sable sans consistance, facilement entraîné par les vents et d'où la fertilité a disparu. Un assolement rationnel serait celui qui permettrait de faire se succéder sans appauvrissement marqué du sol des plantes utiles à l'homme (ici le mil) et des espèces susceptibles de conserver ou de régénérer l'humus.

Certains principes peuvent être admis :

— la succession de plantes sarclées et d'engrais vert est, en culture intensive, la meilleure rotation;

— la sucesssion de plantes sarclées est impuissante à ralentir la destruction de l'humus;

— la succession de plantes sarclées et de plantes fourragères non sarclées peut ralentir la dégradation des sols;

— la succession de plantes sarclées et d'une jachère peut remplacer la précédente rotation.

A part engrais vert et plantes fourragères, la jachère d'assolement reste un de nos meilleurs moyens pour maintenir la fertilité Déjà employée par les autochtones, cette méthode, même avec des améliorations, sera facilement acceptée. Il est sans intérêt de parler ici de jachère de régénération, puisqu'elle est justement la preuve que nous n'avons pas su conserver la fertilité. Nous avons le choix et nous passerons en revue la jachère cultivée, la iachère arborée et la jachère pâturée.

1° Jachère cultivée.

Elle pourrait être un type des cultures en dry-farming, où le principe est la suppression de toute plante adventive et l'ameublissement superficiel pour conserver l'humidité d'une année jusqu'à l'année suivante (par ex. en Afrique du Nord). Ce mode de jachère où le sol est parfaitement travaillé et mis à nu ne peut être proposé : le travail superficiel du sol sans culture amènerait une oxydation exagérée de l'humus et sa disparition, d'où une stérilisation et une mobilité accélérées.

La jachère peut être cultivée et ensemencée : si la plante semée est enfouie de bonne heure, nous sommes dans le cas d'un engrais vert, excellente méthode, mais difficilement applicable pour des raisons psychologiques; si la plante est enfouie tardivement, juste avant les cultures (plante vivace), la terre est sale et le sarclage y sera pénible : cette méthode est inapplicable pour les mêmes raisons (charrues surtout).

La jachère peut être cultivée et ensemencée avec une légumineuse pérenne, tenant le sol deux à trois ans, enfouie en juillet de la dernière année. Ce serait un cas particulièrement intéressant. Mais, dans nos sols légers, où ne poussent pas de légumineuses pérennes donnant généreusement des graines de semences, cette méthode est peu applicable; dans les terres plus fortes de la Komadougou et un peu fraîches, certains indigofera constitueraient de bonnes espèces à essayer; mais là encore, le travail d'enfouissement à la charrue, les difficultés pendant la première année pour assurer à la légumineuse la prépondérance sur les autres plantes rebuteront le cultivateur.

2° Jachère arborée.

C'est le type de jachère d'assolement que les indigènes pratiquent actuellement et c'est une excellente chose. Elle présente un défaut : si, lors de la première jachère, la plupart des espèces arbustives rejettent encore vigoureusement, à la deuxième jachère, les espèces arbustives se sont raréfiées et la régénération de l'humus est plus lente; la troisième jachère (la quatrième quelquefois) sera celle de régénération; la terre est épuisée : on en reparlera dans plusieurs décades. Il faut, d'autre part, remarquer que dans les régions à haute densité démographique par kilomètre carré de terres cultivables, les jachères d'assolement ne portent presque plus d'arbustes : le taux de boisement est insuffisant pour assurer rapidement une insémination naturelle et pour que les jachères se couvrent de brins de semis. Ce sont pourtant des sols à vocation forestière (*Acacia senegal* et *A. raddiana*).

Pour donner de meilleurs résultats, la jachère arborée doit, dès la première année, se couvrir de jeunes brins ou de rejets, et cela à chaque rotation. Il s'agit donc de trouver une espèce de lumière, de végétation rapide, pouvant être semée avant les gros travaux, donc avant les pluies, donnant en abondance des graines pour qu'on puisse effectuer des semis denses. Ici pour les sols légers, ce seront sans doute l'*Acacia senegal*, l'*A. raddiana;* pour les sols plus forts du Koutous et de l'Alakos, les deux mêmes acacias et le *Maerua crassifolia;* pour le Mounyo, l'*Acacia raddiana*, le *Bauhinia reticulata* et le *Bauhinia rufescens*. Peut-être des espèces importées donneront-elles de bons résultats ?

Par cette méthode, lorsque cinq, six ou sept ans après, la culture reviendrait sur la parcelle, la végétation arbustive aurait depuis le début constitué le maximum possible d'humus. Le travail demandé au cultivateur se ramènerait à un semis avant les cultures (un semis en avril ou mai n'est pas pénible parce que le cultivateur a le temps) et à un gros défrichement lors de la remise en culture : ce travail ne sera pas mal vu, parce qu'il est garant d'une récolte assurée.

En pratique, l'extension de la jachère arborée, que nous pourrions qualifier de dirigée, se ramène à deux choses :

— déterminer la meilleure espèce et le meilleur moyen de l'installer dans une région donnée;

— ceci étant fait, obliger les cultivateurs à la pratiquer.

La méthode une fois trouvée, l'obligation de l'employer doit être prononcée, les sanctions ne devant pas présenter un caractère répressif, mais fiscal : l'abandon d'un terrain pour un autre, sans avoir assuré, selon les conseils du service de l'agriculture, la régénération de la

fertilité par la jachère dirigée entraînerait une taxe assez élevée pour permettre à ce service de constituer cette jachère avec la main-d'œuvre salariée. La propriété de la terre ne serait pas mise en cause et en temps voulu, le cultivateur viendrait reprendre son sol, le défricher et le cultiver.

3° Jachère pâturée.

Il s'agit de trouver une espèce ou un groupe d'espèces qui, végétant bien et rapidement de semis, soit susceptible de créer un couvert abondant en même temps qu'un bon pâturage : l'amélioration du sol se faisant par la végétation et les défécations des troupeaux.

Pour l'instant, on ne peut rien proposer. Mais c'est un des aspects les plus intéressants de la jachère et à suivre tout particulièrement dans l'expérimentation des stations d'essais. Il convient aussi de faire remarquer que la jachère arborée à base d'acacias constitue, en partie, une jachère pâturée.

III. — CULTURES FOURRAGERES

On n'en rencontre pas, si ce n'est dans les localités où une fin brusquée de l'hivernage a arrêté la végétation du haricot; la plante entière est alors récoltée avant complète dessiccation pour servir de fourrage.

Les deux cercles de Gouré et Nguigmi sont un pays d'élevage extensif et les cultures fourragères peuvent sembler inutiles. Mais dans le monde moderne, on se trouve devant la nécessité de diriger cet élevage vers une amélioration qui ne pourra être obtenue qu'avec une demi-stabulation. Le cheptel actuel est pour la plus grande partie nomade : son revenu est très faible et les dégâts causés à la couverture spontanée du sol le sont en pure perte, puisque les revenus correspondants sont dérisoires. Un bétail plus stable donnerait davantage de lait et de viande et ses produits seraient plus facilement négociables. Quand le bétail est à demi nourri par l'homme, la production laitière est plus forte et se régularise, on ne constate plus de mortalité ou d'avortement par misère physiologique. La ville de Zinder en est une preuve : le nombre très élevé d'animaux a pratiquement supprimé les pâturages; pourtant, la production laitière se maintient grâce à l'alimentation donnée aux vaches : son, surtout. Les cultures fourragères sont un besoin peu pressant aujourd'hui, si ce n'est autour des grosses villes, mais elles le deviendront avec l'évolution démographique ascendante que nous constatons.

Les avantages de cette culture sont multiples :

— stabilisation des troupeaux avec toutes ses conséquences : production accrue; régularité de production; commerce facilité; mortalité diminuée, chez les jeunes surtout;

— fertilisation du sol par suite d'une grande masse de fumier;

— fixation du sol : la plante fourragère n'accélèrera pas la dégradation des sols et, laissant un important chevelu, offrira un obstacle considérable à l'érosion éolienne.

1° **Plantes fourragères.**

Quelle plante préconiser ? Annuelle ou pérenne ? Légumineuse ou graminée ?

La plante annuelle a l'avantage de rentrer dans un assolement normal et l'inconvénient de demander des soins quand les cultures traditionnelles en réclament aussi. Il faudrait donc trouver une plante appâtant le bétail en fourrage sec, pouvant être semée avant les pluies et récoltée avant les cultures vivrières : le mil coupé au début de la floraison conviendrait peut-être; malgré la nécessité d'être semé avec les premières pluies, le haricot (vigna) paraît plus intéressant; la pastèque est à étudier; à dire vrai, il est bien hasardeux de proposer quelque chose.

Une plante pluriannuelle aurait l'avantage de permettre une coupe annuelle et d'assurer pour le reste de l'année une prairie en partie utilisable. Ce serait une excellente chose : mais la plante reste à trouver.

Enfin, il y a la jachère pâturée dont il a été question plus haut.

2° **Nécessité d'une étude sérieuse.**

Il est indéniable que la conservation des sols en culture peut être grandement facilitée par la méthode qui consiste à grouper les animaux autour des cultures et à les nourrir en partie. Dans ce domaine, tout est à étudier :

— plante adéquate pour notre climat et les deux ou trois types de sols,

— utilisation rationnelle par le bétail,

— place dans l'assolement pour entretenir au mieux la fertilité et ne pas exiger du cultivateur un effort pénible quand il est pris par d'autres occupations inévitables.

Ces études sortent du cadre des cercles de Gouré et Nguigmi; elles sont du domaine de l'expérimentation générale d'une station d'essais.

J'insiste sur ce point parce que, s'il ne fait de doute pour personne que le problème de la fertilité des sols est en grande partie lié au bétail : on ne peut s'empêcher, en Afrique Occidentale, vu la séparation généralement constatée de l'éleveur et du cultivateur,

de considérer les cultures fourragères comme irréalisables dans le milieu local pour des causes psychologiques. Dans l'est du Niger, il n'en est pas de même : si la réciproque n'est pas vraie, le cultivateur est toujours éleveur : il s'intéresse donc autant à son bétail qu'à ses cultures. Une propagande suivie et des exemples réussis lui montreraient la route à suivre. Aujourd'hui, en bonne année, il nourrit son cheval, quelquefois ses chèvres avec du son, il améliore la nourriture de ses bêtes sur le point de vêler : un fourrage qui ne lui aurait coûté que peu de travail pourrait l'intéresser pour le revenu supplémentaire qu'il en tirerait en lait.

Cependant, on ne doit pas se faire d'illusion : si la réussite des cultures fourragères est possible et même certaine dans ces régions, ce sera long à faire entrer dans les mœurs. Raison de plus pour résoudre au plus tôt toutes les questions soulevées.

CONCLUSION.

Après l'exposé de tout ce qui nous paraît favorable à la conservation du patrimoine foncier, nous nous devons de constater combien la réalisation en sera difficile. Si chacune de ces mesures est un palliatif, plus ou moins efficace, de la dégradation des sols, en fait, seul un ensemble cohérent donnera des résultats appréciables et durables.

Parmi les mesures administratives, celles qui ne dépendent que des services techniques locaux sont relativement aisées à prendre et à appliquer; les textes fiscaux et coercitifs soulèvent des problèmes sociaux ou politiques qui en ralentiront l'étude et l'entraveront peut-être.

D'un autre côté, de nombreuses questions restent à élucider, chacun sait combien les recherches expérimentales sont lentes et quelquefois décevantes. Elles sont pourtant indispensables : mise au point d'engrais vert ou de cultures fourragères convenant aux besoins et aux possibilités des populations, amélioration des plantes cultivées. intensification des cultures irriguées, vulgarisation de plantes ou d'animaux sélectionnés, toutes ces mesures, apparemment différentes, tendent vers un double but : élévation du standard de vie et maintien de la fertilité.

ANNEXES.

Après l'exposé des données du problème et des moyens de conservation, il nous paraît utile de résumer et classer les dispositions à prendre, selon l'organe administratif qui doit les prendre. Ces dispo-

sitions sont d'ordre administratif ou expérimental, à l'échelon colonie ou échelon cercle.

I. — DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES.

1° **Echelon colonie.**

a) Textes contre l'anarchie des exploitations agricoles (voir p. 16).

b) Textes contre le bétail inutile et vulgarisation d'un bétail de plus haut rendement (voir page 17).

c) Textes en faveur d'une agriculture plus soignée et pour l'extension des cultures irriguées (voir page 17).

d) Textes en faveur du reboisement par le *Faidherbia albida* (voir page 15).

2° **Echelon cercles.**

a) Lutte contre les feux de brousse, par poursuite des délinquants et une lutte effective avec la main-d'œuvre réquisitionnée (voir page 10): nécessité d'augmenter le nombre de gardes.

b) Restrictions de défrichements, totales ou provisoires (voir page 11). Actuellement, le Service Forestier a classé 17 forêts d'une superficie de 80.000 hectares dans le cercle de Gouré. Vu l'immensité du territoire, cette superficie est nettement insuffisante.

c) Aménagements sylvico-pastoraux et sylvico-agricoles (voir pages 11 et 12 d'où nécessité d'augmenter le nombre des gardes forestiers et des moniteurs de l'agriculture.

d) Boisement des dunes du Mandaram (voir page 14) et de l'Alakos et Koutous (voir page 14).

e) Extension des cultures irriguées par les mesures ou études suivantes :

— politique d'extension du palmier-dattier : un ha de palmier-dattier rapporte de 1.500 à 2.000 kgs de produits vivriers, pour un travail très léger; cette extension est facilitée par la bonne volonté des cultivateurs.

— extension des cultures irriguées de saison sèche par la propagande, distribution de semences, stations de pompage, textes en leur faveur.

— aménagement de la Komadougou. Sur 150 km., les cultures irriguées sont possibles et pratiquées : un travailleur faisant de 2.500 à 4.000 mètres carrés. Avec pompage mécanique (hauteur manomé-

trique 5 mètres au maximum), il pourrait arriver à faire le double. Cet aménagement peut se concevoir soit par un chapelet de coopératives le long de la rivière, soit par un organisme plus puissant groupant tous les agriculteurs et fonctionnant avec une ou deux centrales électriques, afin d'avoir l'énergie, donc l'eau, au plus bas prix. Enfin, si la Nigéria et le Niger pouvaient s'entendre, construction d'un barrage à l'embouchure de la rivière dans le Tchad pour régulariser son cours et assurer tous les ans une excellente récolte.

— recherche de vallées favorables, études et construction de barrages souterrains pour faciliter les cultures irriguées dans les localités déshéritées : par exemple dans le Koutous Birni Kazoé et Souva Banza, dans le Mounyo Bourtoutoua et Souwa Kololla.

II. — EXPERIMENTATION.

1° Echelon colonie.

a) Expérimentation des diverses formules possibles de fumure (voir page 18).

b) Expérimentation sur les engrais verts : méthodes classiques ou bâtarde (voir page 20).

c) Expérimentation sur les cultures fourragères (page 24).

d) Amélioration des espèces cultivées.

e) Recherche d'animaux producteurs de lait ou de viande.

2° Echelon cercle.

Station de la jachère dirigée.

Si la mise au point de la fumure (engrais vert surtout) et des cultures fourragères doit être faite dans une station d'essais, la jachère arborée dirigée doit être étudiée sur place, dans une station de la jachère à créer dès à présent.

Il ne s'agit pas de construire des bâtiments, des laboratoires et d'installer un personnel important. La station serait tout simplement établie sur les terres de cultures de un ou deux villages assez gros dont les sols représenteraient autant que possible la gamme des sols du pays. Le Chef de cette Station serait l'agent d'agriculture de Gouré.

Essentiellement, les buts de cet organisme seraient :

— recherche des meilleures espèces à semer dans les jachères d'assolement et de régénération pour assurer rapidement un couvert dense.

— recherche du mode d'utilisation de ces plantes, suivant les possibilités du cultivateur.

Les espèces choisies doivent répondre aux conditions suivantes ·

— essence de lumière,

— végétation rapide,

— possibilité de semis avant l'hivernage,

— résister assez bien à la dent des animaux,

— donner abondamment des graines de semences,

— de préférence une légumineuse.

La marche de cette station serait simple : tous les ans, les terres abandonnées spontanément par les cultivateurs seraient mises en jachère expérimentale par la station, par un simple semis avant les semailles traditionnelles. Au cours des mois suivants, on observerait le comportement des espèces semées, leur évolution, leur résistance aux intempéries et aux animaux, les modifications physico-chimiques éventuelles du sol; plus tard, quand la culture reviendrait sur la parcelle, influence de l'espèce arbustive sur la végétation du mil et toutes autres observations.

Pour des crédits minimes, cette station révélerait tous les problèmes soulevés par cette question primordiale de la jachère dirigée et permettrait d'étudier, sur son terrain réel d'utilisation, les solutions à apporter. La nécessité et l'urgence d'une telle station, établie sur ces principes, ne nous paraît faire aucun doute. La jachère arborée dirigée est, de toutes les mesures qui peuvent être préconisées, celle que le cultivateur acceptera le plus volontiers et qui se répandra le plus facilement. Personnellement, nous sommes persuadé que cette station accumulerait en quelques années une masse de renseignements sur lesquels, à coup sûr, nous pourrions asseoir des principes et une méthode de jachère d'assolement rationnelle.

Considérations sur l'évolution régressive des terres de culture en Afrique Equatoriale Française

Comment elle se manifeste; quelles en sont les causes; comment y remédier.

par

Paul GUILLEMET,
Ingénieur principal des Services de l'Agriculture aux Colonies

SOMMAIRE

* * *

A la faveur, sans doute, des conférences et enquêtes internationales et de la vulgarisation qu'elles provoquent, des allusions à la dégradation des sols coloniaux se manifestent depuis quelques années, dans les journaux et périodiques, voire même au *Journal Officiel* de la République Française dans le compte rendu des débats parlementaires.

Le problème ainsi considéré n'est cependant pas nouveau et il n'est pas besoin d'être un technicien averti de ces choses pour se trouver frappé, au cours d'un voyage en Afrique, par certains aspects de la nature qui concrétisent cette perte de richesse et par certains phénomènes qui y contribuent.

A plus forte raison, quiconque a séjourné outre-mer n'a pu manquer d'être parfois effrayé par la rapidité avec laquelle les sols tropicaux perdent leur fertilité et s'acheminent vers une stérilité plus ou moins totale.

L'homme, et la nature semblent s'être ligués pour amoindrir progressivement la richesse fabuleuse des terres coloniales; en fait, cette richesse, moins réelle qu'il n'est vulgairement supposé, s'avère fort instable ainsi que le démontrent certains faciès typiques que présente la nature dans les régions les plus diverses de l'Afrique Equatoriale Française.

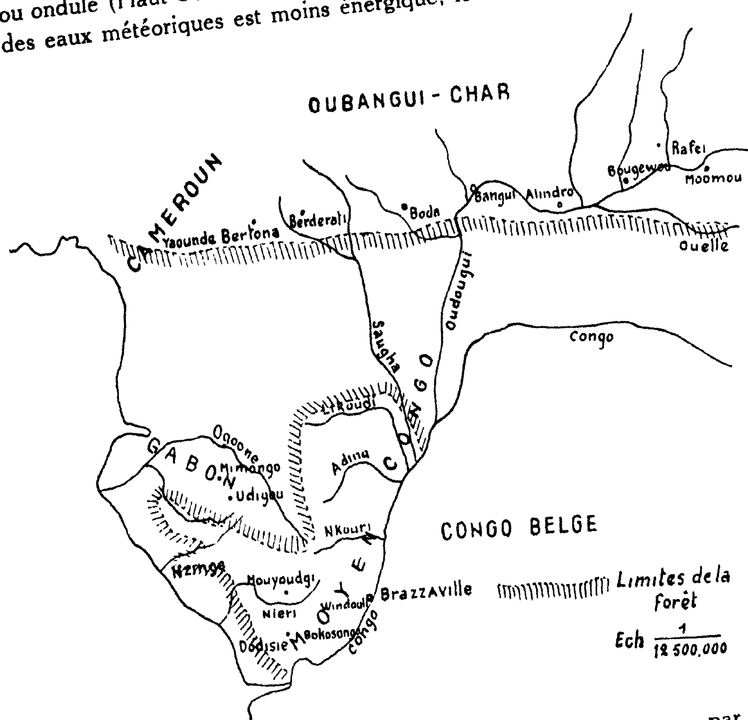
Le faciès le plus remarquable, en même temps que terme ultime de la dégradation du sol, nous montre des étendues dénudées où vient émerger le substratum dégarni de la couche végétale qui le recouvrait; cette formation, rappelant quelque peu les plages rocheuses que l'Océan découvre à marée basse, présente un assemblage chaotique de dalles et de creux où l'eau s'accumule en saison des pluies, généralement utilisé pour la préparation du manioc par les femmes des villages qui y trouvent, à la fois, des bassins de rouissage et des tables de séchage. De-ci de-là, quelques touffes de plantes rupestres ou de graminées végètent à la faveur d'un peu de terre amassée par le vent dans un recoin.

Ces taches stériles sont d'étendues diverses; en région accidentée, ce sont le plus souvent des clairières inattendues interrompant brusquement le couvert de la forêt dense; parfois, elles occupent un vaste plateau et peuvent alors atteindre plusieurs dizaines d'hectares; tel est le cas de la tache de Poungui entre Ndendé et Mbigou au Gabon ou de celle de Salanga, à une vingtaine de kilomètres de Bangui ou Oubangui; on peut en rencontrer également dans les zones de savane du Moyen Congo ou de l'Oubangui (Dolisie, Rafaï, Bossembélé, etc.). A ma connaissance, elles se trouvent toujours en terrain plat; au Gabon, pays de relief tourmenté, où l'indigène se voit parfois dans l'obligation d'installer ses cultures sur des pentes, faute de terrains plus favorables, il est remarquable que ces surfaces dénudées occupent des emplacements dont la situation serait particulièrement propice à l'établissement d'un village et de ses plantations; elles se prolongent généralement en dehors des limites du plateau horizontal, jusqu'au point où la pente s'accentuant rendrait la culture difficile.

Il semble donc logique d'imputer cette transformation à l'homme, qui, pour satisfaire à sa subsistance, aurait déboisé ces emplacements et qui, pour des raisons de commodités excluant le travail sur les versants, ou de sécurité lui faisant rechercher la proximité du village, aurait pratiqué sur ces terrains une culture répétée à l'excès, finissant par détruire le couvert protecteur et laissant la voie libre à l'action destructive du soleil et de la pluie.

* *

Dans les zones à relief moins accentué, simplement mamelonné ou ondulé (Haut Oubangui et zone prétchadienne), où le ruissellement des eaux météoriques est moins énergique, le terrain n'est pas totale



ment dénudé; la roche ne se manifeste visuellement que par des affleurements plus ou moins étendus entre lesquels végètent misérablement des touffes de graminées basses ou de cypéracées et quelques bouquets d'arbres en voie de disparition. Selon une hypothèse émise par certains pédologues et reprise par M. AUBREVILLE, Inspecteur Général des Eaux et Forêts des Colonies, il semblerait que l'on ait affaire, en ce cas, non au substratum rocheux proprement dit, mais à la formation d'une carapace par remontée des solutions ferrugineuses du sol. Quoi qu'il en soit, ces terrains (ou bové, ainsi que les désigne M. AUBREVILLE) sont absolument impropres à toute culture.

Il est remarquable et non moins surprenant de constater, en plein cœur de la zone équatoriale à climat forestier, la présence des immenses savanes qui bordent, au Gabon, les rivières Ngounié et Nyanga ou qui s'étendent, au Moyen Congo, sur les bassins de la Nkémi, de la Likouala et de l'Alima.

Sans être, en totalité, dépourvues de valeur agricole, puisqu'elles sont en partie cultivables et effectivement cultivées, ces savanes présentent de vastes étendues à peu près infertiles.

Dans l'Alima-Likouala, les plaines sablonneuses ne supportent aucune culture, celle-ci étant localisée au flanc des coteaux qui les bordent. De-ci de-là, dans des bas-fonds plus ou moins marécageux se trouvent des boqueteaux; la végétation herbeuse généralement maigre et chlorotique forme cependant des taches verdoyantes aux abords des termitières ou des rares arbres parsemant cette étendue; il semble donc logique de supposer que l'on se trouve en présence d'une déficience nettement caractérisée du pouvoir rétenteur du sol; ceci peut, vraisemblablement être attribué au lessivage par les eaux météoriques de ces terres dont la protection végétale naturelle est venue à disparaître par une cause indéterminée; il ne semble pas, en effet, qu'il s'agisse de savanes primaires, du fait que le climat de cette région est un climat forestier et surtout parce que ces terrains continuent encore à évoluer.

Les plaines du Gabon diffèrent assez notablement des précédentes; la nature du sol y est beaucoup moins siliceuse et les possibilités de culture plus grandes. La savane de la Ngounié qui longe la rive gauche de cette rivière sur près de 200 km. est entrecoupée de bosquets d'autant plus fréquents et étendus que l'on descend vers l'aval; particularité curieuse : dans ces peuplements forestiers, les okoumés sont localisés à la périphérie à 100 mètres tout au plus de la lisière; c'est ainsi que certaines savanes furent l'objet, parfois, de demandes d'exploitation forestière, le périmètre de la concession venant écorner sur une très faible profondeur les boisements répartis alentour.

La prairie, malgré son apparente monotonie, comporte des parties essentiellement diverses allant de savanes argileuses à grandes andropogonées (*Rottboellia, Hyparrhenia, Andropogon Gayanus, Imperata*, etc.) généralement cultivables, à la plaine sablonneuse stérile recouverte d'une maigre végétation de graminées basses ou de cypéracées. Ces plaines donnent l'impression d'une régression progressive des terrains, consécutive à la déforestation, régression plus ou moins accentuée selon les conditions particulières du relief et selon l'intensité de l'action nocive de l'homme et des éléments.

En 1938, dans la monographie agricole de la Ngounié Nyanga, qui m'avait été demandée, je mentionnais, à ce sujet, que les bouquets forestiers et les galeries forestières semblent être des persévé-

rances d'une forêt ancienne, dues, soit à l'humidité excessive, soit à la nature rocheuse du sol, soit encore à des interdictions d'usage ressortissant de la sorcellerie ou de la tradition, toutes raisons s'opposant à la mise en culture et ayant, en conséquence, évité le déboisement et la dégradation du terrain. A l'appui de cette hypothèse, je citais deux observations :

1° les bouquets forestiers, même les plus restreints, contiennent des essences de la grande forêt (*Eriodendron, Canarium, Ficus, Chlorophora, Sarcocephalus*, etc.) et en moins de cinq ans, il me fut permis de constater la disparition de certains de ces boisements.

2° il existe presque toujours une zone de transition à l'entour des boqueteaux, comportant : grandes andropogonées, *Pteris aquilina, Costus, Aframomum*, souvent utilisée pour les petites cultures (arachides notamment) et devenant, par la suite, la proie de l'*imperata*, puis des graminées à faible développement végétatif, à mesure que la lisière de la forêt recule; au delà de cette zone à l'intérieur du boisement et sur une profondeur qui peut atteindre une centaine de mètres se rencontrent les essences caractéristiques de la forêt secondaire (okoumé, parasolier, etc.), enfin se trouve la sylve proprement dite.

Les formations que nous venons de décrire sont de création ancienne; elles frappent la vue et sont de nature à surprendre, mais elles présentent le caractère de stabilité relative due à un état de fait révolu ou en voie de l'être bientôt.

D'autres transformations s'accomplissent sous nos yeux, qui, par leur rapidité d'évolution, ne peuvent manquer d'inspirer les plus graves inquiétudes concernant l'avenir agricole de certaines régions et même, sans qu'il soit excessif de le dire, le potentiel vivrier nécessaire à la subsistance des habitants.

Je me permettrais de citer à ce sujet, plusieurs souvenirs personnels : tout d'abord, à mes débuts en 1926, dans le Bas Mbomou (Haut Oubangui), j'ai souvent eu l'occasion d'aller de Bangassou à Niakari; la piste serpentait dans la grande forêt (on voyageait alors en typpoyé, et mes yeux de jeune colonial ont enregistré l'aspect grandiose des fûts des grands arbres entre lesquels nous circulions. Retournant dans cette région en 1941, j'ai refait cette étape en auto et, sur les 17 km. du parcours, je n'ai rencontré d'arbres que dans les creux des vallons. Le tracé de la route pourrait évidemment ne pas coïncider avec celui de l'ancienne piste; toutefois, à droite et à gauche, aussi loin que pouvaient se porter mes regards, ce n'était que savane herbeuse, parsemée de fourrés broussailleux.

A Bangui, où le premier poste fut créé en pleine forêt en 1890 par DE PONEL, de vieux Européens, sans avoir été les pionniers de

la colonisation, se souviennent avoir chassé le canard dans une mare occupant l'emplacement actuel de la place Edouard Renard. Lorsque vers 1928, le Commandant DAGNEAUX pilota le premier avion qui se soit posé à Bangui, une foule de bûcherons dut travailler toute la nuit pour permettre à l'appareil d'avoir un champ d'envol suffisant le lendemain. La ville s'est développée depuis, le terrain d'atterrissage a désormais les dimensions réglementaires, mais à 19 km. à la ronde on ne trouve plus que quelques arbres échappés au massacre; vers le Nord, la limite de la forêt a reculé de plus de 20 km., rejoignant presque la limite naturelle de la zone de savane boisée; vers l'Ouest, au delà de la rivière Mpoko, la superbe forêt qui s'étend vers Mbaïki est déjà fortement entamée et les services administratifs ont toutes les peines du monde à enrayer sa destruction rapide par les cultivateurs de l'agglomération urbaine qui viennent y installer leurs champs et surtout par des exploitants plus ou moins autorisés qui ont tendance à la saccager pour satisfaire aux besoins de la ville en bois de chauffage ou de construction. Vers l'Est, à l'exception de la réserve forestière couvrant le versant de la colline qui domine la ville (et qui fut allotie récemment pour l'implantation d'un quartier résidentiel), le déboisement semble avoir rejoint la zone naturelle de savane.

Que sont devenus les terrains ainsi dénudés : sur les parties accidentées (vers l'Est), crêtes et versants sont actuellement impropres à toute culture; le sol caillouteux est couvert d'une broussaille composée de plantes buissonnantes et de graminées qui sont la proie des feux de brousse chaque année. Dans les parties basses ainsi que dans la plaine qui s'étend vers l'Ouest et vers le Nord, à la forêt a succédé une formation typique de savane à cissongo (*Pennisetum purpureum*) et à grandes termitières arrondies en forme de coupes renversées de 6 à 8 mètres de diamètre et qui peuvent atteindre 2 à 3 mètres de haut. Ces terres, excellentes, qui seraient impropres à la mécanisation du fait de ces monticules, se prêtent parfaitement au travail manuel et sont faciles à défricher et entretenir; aussi les indigènes qui les apprécient fortement ont-ils tendance à les exploiter abusivement; du fait des cultures répétées, la végétation se raréfie et il se produit alors un état d'équilibre instable entre le cissongo persistant et l'imperata qui tend à l'évincer; une bonne économie agricole voudrait que les terrains soient alors laissés au repos; il n'en est malheureusement pas souvent ainsi et, sauf dans les lieux humides, l'imperata finit par dominer; sa végétation, vigoureuse dans les débuts, s'amenuise d'année en année à mesure que s'accroît la difficulté de récupérer dans le sol qu'il épuise les éléments nécessaires à la reconstitution de son système végétatif détruit par les feux de brousse.

Une indication intéressante nous est fournie par les plantations européennes incluses dans cette zone déboisée; il s'agit de conces-

sions accordées vers 1932 pour la culture du caféier; les excelsa qui couvraient 5 à 600 hectares, ont disparu en 1941 par suite d'une trachéomycose; dans les parcelles où la couverture du sol était assurée par le *Leucaena glauca*, une forêt artificielle s'est constituée; par ailleurs, le terrain a subi le processus normal suivant la déforestation, c'est-à-dire la savane à cissongo, mais, échappant aux cultures indigènes et généralement aux feux de brousse, une végétation ligneuse commençait à réapparaître par endroits dès 1946 et le couvert forestier semblait en voie de reconstitution.

Cette formation typique de savane à cissongo se retrouve par ailleurs en Oubangui et au Cameroun (Alindao-Boda-Berbérati-Bertoua-Yaoudé), ainsi qu'au Congo Belge et elle semble, dans ces divers territoires, occuper une bande de cent à deux cents km. de largeur bordant la lisière nord de la forêt équatoriale; cette formation ayant, sous nos yeux, directement succédé à la forêt dans la région de Bangui, il y a lieu de supposer qu'il en fut de même par ailleurs; ces savanes me semblent devoir être considérées comme représentant dans le processus de la dégradation des sols le stade intermédiaire entre la forêt secondaire et la savane d'andropogonées et cette bande qui, aux alentours du 4e parallèle va du Nil à la chaîne montagneuse de la côte Atlantique, doit, je pense, correspondre au recul vers le sud de la sylve équatoriale au cours d'une période excédant les limites de la mémoire humaine, mais qui cependant ne doit pas remonter fort loin.

Au Gabon, le *Pennisetum purpureum* n'occupe pas d'aussi vastes espaces; il n'y est, à ma connaissance, que sporadique; toutefois, d'autres espèces botaniques pourraient concrétiser, dans l'échelle de la régression des sols, un stade comparable à celui qu'il représente pour la zone guinéenne; en effet, si quittant la Ngounié sur sa rive droite (nous avons vu que sa rive gauche bordait les plaines basses plus ou moins anciennement dégradées), nous franchissons, en direction de Mbigou, la succession de gradins et de terrasses qui aboutissent aux prolongements des Monts de Cristal, nous trouverons une zone de savane où dominent, suivant la nature du sol, l'imperata ou les fougères (*Pteris aquilina*); parfois, à la suite notamment de cultures répétées d'arachides, ces deux plantes se trouvent en compétition sur un même terrain; ensuite viennent des terrains portant soit de hautes andropogonées (*Rottboellia*), soit une zingibéracée (*Aframomum giganteum*); ces emplacements sont particulièrement recherchés par les indigènes pour l'établissement de leurs cultures, lorsqu'ils n'ont pas le temps d'abattre la forêt, car ils présentent les mêmes avantages que les terres à cissongo de l'Oubangui pour la facilité du travail; comme le cissongo, ces plantes viennent directement sur défrichement de forêt secondaire, celle-ci étant, au Gabon, caractérisée par la prédominance du parasolier (*Musanga Smithii*)

ou de l'*Harungana Madagascariensis*. En fait, lorsqu'il a prévu à temps sa campagne agricole et qu'il peut la préparer convenablement, le cultivateur gabonais utilise de préférence ces boisements, car les rendements y sont supérieurs et les soins d'entretien réduits; en général, le cycle de culture est court (2 ou 3 ans) et la forêt secondaire peut se reconstituer pendant une quinzaine d'années avant une nouvelle utilisation. Cependant, par suite du rassemblement des populations le long des voies de communication, il a tendance à écourter la période de repos; c'est alors que se forment les peuplements d'*Aframomum* ou d'andropogonées, dont la stabilité est relativement faible et qui, à la suite d'une culture, entrent en compétition avec l'*Imperata* auquel ils cèdent rapidement la place.

Bien que l'*Aframomum* soit le plus fréquemment rencontré dans le Bas Gabon, diverses autres plantes viennent parfois constituer derrière la forêt secondaire des peuplements homogènes; tel est le cas d'une solanée que je crois être le *Solanum Pynaertii*, sans grand intérêt d'ailleurs et le pounga (*Triumphetta cordifolia*) qui, sur les plateaux au nord de Mimongo, arrive à occuper des étendues de plusieurs centaines d'hectares d'un seul tenant et dont l'utilisation pourrait être envisagée économiquement lorsque les voies d'évacuation auront été créées.

Dans le Bas Congo, la régression des sols paraît encore plus accentuée qu'en Oubangui; la forêt a presque totalement disparu; il n'en reste que des lambeaux plus ou moins étendus sur les points où la culture a difficilement pu s'établir : les lieux humides ou rocheux, pentes abruptes, ou zones situées en dehors des voies de communication importantes.

Les feux de brousse succédant à la déforestation ont empêché le reboisement naturel et le sol s'est recouvert de savanes sur lesquelles les cultures et l'érosion ont continué l'œuvre de dégradation, avec d'autant plus d'efficience que le terrain est plus léger ou plus accidenté. Dans le bassin du Congo (Mindouli-Boko songo), les grandes andropogonées occupent les points où l'érosion s'est fait le moins sentir : crêtes larges et plateaux, paniers accrochés aux versants; partout ailleurs domine une andropogonée de petite taille, au chaume grêle, au panicule malingre (*Hyparrhenia familiaris)* qui dénote un sol de faible valeur agricole; par contre, le ruissellement a fait bénéficier les vallées larges et évasées qui caractérisent cette région de ses apports et l'on retrouve ainsi le *Pennisetum purpureum* dans de vastes plaines qui offrent des terrains de culture de premier ordre lorsqu'elles sont hors des atteintes des inondations périodiques.

Plus à l'Ouest, en se rapprochant de Dolisie (plateau Koukouya, plateau de Mouyondzi, plaine du Niari), les sols sont plus argileux, le relief moins tourmenté et le pays comporte des étendues planes ou en pente douce couvertes de savanes où domine l'*Hyparrhenia*

diplandra, dotées d'une couche arable épaisse et riche et offrant actuellement de grandes possibilités agricoles.

Nous venons de passer en revue les formations les plus typiques que l'on rencontre en Afrique Equatoriale Française; une constatation paraît se dégager : dans les zones équatoriales et guinéennes, plaines herbeuses et savanes ne seraient pas naturelles, mais proviendraient d'une déforestation plus ou moins ancienne, parfois même en cours d'évolution.

L'agriculture traditionnelle des peuples africains, basée sur des défrichements restreints et volontairement incomplets, suivis de périodes de repos prolongées, tendait, évidemment, à respecter le couvert sylvestre.

Les grands rassemblements ou les exodes de population, l'insécurité permanente due aux hommes ou aux fauves, probablement aussi une tendance naturelle à l'indolence et à la recherche du travail facile ont contrecarré cette économie et déclenché la régression des terres bien avant la pénétration européenne; aussi semble-t-il excessif d'imputer l'entière responsabilité de ce phénomène à la seule colonisation.

Il n'est pas niable, cependant, que celle-ci, par ses exigences et par l'intensification de la production inhérente à l'intégration dans une économie générale, est venue déséquilibrer le cycle agricole coutumier qui assurait jusqu'alors une mise en valeur prudente du capital foncier et a communiqué au processus de la dégradation le rythme accéléré de son évolution actuelle.

Le cultivateur autochtone a été amené, et parfois contraint, à cultiver des superficies dépassant ses besoins et lui permettant d'exporter; habitué à ménager la reconstitution de la forêt en n'abattant pas certains grands arbres et en se bornant, suivant les régions, à les écimer ou à mettre le feu au pied afin de faire tomber le feuillage, il a dû défricher plus complètement son terrain, assurer à ses cultures sarclées des soins d'entretien assidus, rendant ainsi hasardeuse la repousse des espèces ligneuses du sous-bois et de la futaie, il fut amené également à prolonger la durée de l'exploitation et à réduire la période de repos.

En outre les nécessités de l'administration ont déterminé au long des voies de communication des rassemblements de population qui ont mis en coupe réglée les boisements avoisinants.

Tous ces faits sont venus concourir à la disparition de la forêt sur de vastes espaces où les terrains, privés de la protection du couvert forestier, sont devenus accessibles aux agents de la dégradation, qui, progressivement, les conduisent vers une stérilité plus ou moins totale.

En réitérant ses cultures trop fréquemment sur le même emplacement, l'homme joue le rôle principal dans cette œuvre de destruction; son action se manifeste également, quoique de façon moins directe, par la pratique condamnable des feux de brousse.

Ceux-ci, commandés par la coutume, se justifient médiocrement par des nécessités sanitaires et la lutte contre la vermine, ou par les besoins de la nature; en réalité, ils détruisent périodiquement la végétation herbeuse et ne restituent, sous forme de cendres, qu'une faible partie des éléments empruntés au sol.

Sur les terres dénudées, l'humus est destiné à disparaître à bref délai; en relief accidenté les eaux de pluies entraînent vers les fonds les éléments les plus légers (érosion latérale) mettant rapidement la roche à nu; en terrain plat, elles procèdent à un véritable lessivage des éléments solubles (érosion verticale) pour ne laisser bientôt à la surface qu'une couverture siliceuse impropre à la culture; l'insolation intervient également sur la structure de la terre; mais ceci est du domaine de la pédologie et je laisse aux spécialistes le soin de nous exposer les transformations du complexe argilo-humique, la coagulation des argiles, le rôle des solutions ferrugineuses et tous autres phénomènes qui contribuent à la stérilisation des terres.

En fait, indépendamment des transformations physico-chimiques que la science s'efforce actuellement de préciser, du point de vue de l'agronome, la dégradation des sols relève initialement de la déforestation, dont les effets nocifs sont repris, amplifiés et parachevés par une mauvaise ordonnance des cultures, par l'action des feux de brousse, des eaux de pluies, du ruissellement et de l'insolation; en présence de ce problème, le technicien doit s'attacher à enrayer la régression en évitant tout ce qui pourrait y contribuer, et d'autre part il recherchera les occasions de ramener les terrains vers un stade moins avancé du processus de la dégradation; en bref, son action doit être dirigée vers un double but : stabiliser le capital foncier dans son état actuel, et, quand il lui sera possible, rénover la fertilité du sol.

Dans ce premier ordre d'idées, une attention toute particulière doit être apportée à la préservation du domaine forestier; lors de l'octroi de concessions agricoles, et principalement lorsqu'elles ne sont pas destinées à des plantations arbustives, il serait facile de prévoir une clause stipulant le système de rotation appliqué aux cultures, afin d'éviter l'exploitation abusive du terrain.

D'autre part, aux abords des grandes agglomérations, les coupes en vue de satisfaire aux besoins en bois de chauffage ou de construction devraient être réglementées et surveillées plus sévèrement afin

d'éviter des dévastations contre lesquelles la nature ne peut plus réagir. Des boisements nouveaux pourraient même, en certains cas, être constitués aux frais des communes pour lesquelles ce serait d'ailleurs un placement avantageux.

En ce qui concerne les dégâts dus aux cultures indigènes, une action efficace est plus difficile à réaliser. Il faut toutefois considérer différemment le cas des populations autochtones et celui des populations flottantes, celles-ci se révélant toujours les plus dévastatrices; dégagées de la contrainte des chefs de terre, gardiens de la tradition, elles exploitent inconsidérément les terres en ne recherchant que le moindre effort et sans se préoccuper de l'avenir. Par contre, leur agglomération au voisinage des centres administratifs doit permettre de diriger leurs travaux afin de les rendre moins nocifs : il suffirait, pour cela, d'admettre la mise en culture uniquement à l'intérieur de périmètres fixés chaque année et qui, après une période normale d'exploitation (2 ou 3 ans) seraient obligatoirement fermés pendant le temps jugé nécessaire à la reconstitution du terrain (15 ans pour les défrichements forestiers, 5 ou 6 ans de jachère pour les terres de savane).

Un tel projet, simple sur le papier, ne manquera cependant pas de se heurter à une opposition considérable; des difficultés surgiront quant à la contrainte et à la surveillance nécessaires; le plus dur obstacle à surmonter sera dû au bouleversement de coutumes et de routines bien ancrées.

Toutefois, s'il n'est pas utopique de penser que l'on pourrait purger les grands arbres de la multitude de parasites qui y végètent aux dépens des travailleurs; en faisant, en outre, appel aux régions avoisinantes moins chargées de population pour fournir un appoint de ravitaillement, une telle organisation pourrait devenir réalisable.

Ainsi que nous l'avons déjà vu, la culture traditionnelle pratiquée par les autochtones est conservatrice dans son essence, mais adaptée à une économie indigène restreinte; toute augmentation de production répondant au besoin logique d'accroître le standing du producteur, se traduit par un gaspillage des terrains de culture, le raccourcissement de la jachère, ou la prolongation excessive de la période d'exploitation du défrichement; le devoir des services techniques en l'occurrence, est de guider l'administration locale dans l'établissement d'un programme agricole à longue échéance en rapport avec l'importance des terres de culture disponibles, et sans négliger de tenir compte des superficies qui doivent normalement se trouver en jachère.

Ce programme doit, évidemment, comporter un assolement rationnel tant au point de vue de la durée que du choix des cultures;

il devra également ne pas ignorer, par principe, les pratiques habituelles du cultivateur indigène; certaines sont dictées par la paresse, ainsi en est-il de la culture répétée à l'excès sur un même terrain, ou encore du procédé employé par les Mbakas de l'Oubangui qui récoltent pendant plusieurs années de suite dans le même champ de manioc, par prélèvement des racines les mieux développées. D'autres méthodes sont logiques et lui viennent de l'expérience de ses ascendants, telles certaines associations culturales, qui peuvent apparaître, parfois comme une hérésie technique, mais qui, en fait, assurent une couverture permanente du sol et évitent les méfaits de l'insolation ou des fortes pluies (manioc hâtif intercalé dans les jeunes caféières, bouturage de manioc dans les arachides en cours de fructification, etc...) Dans le même ordre d'idées, la propreté absolue d'une culture peut n'être pas toujours désirable; ainsi les sarclages tardifs dans les cultures de coton sont préjudiciables, non seulement par leur influence sur le shedding, mais encore parce qu'ils empêchent la formation d'une végétation susceptible de couvrir et protéger le sol après le flétrissement des cotonniers.

* * *

Le cultivateur africain n'ignore pas l'assolement; parfois, il le simplifie à l'extrême; ainsi au Gabon, sur défrichement forestier et sur une même sole, on trouve simultanément, avec le manioc et le bananier plantain, des ignames auprès des troncs d'arbre incomplètement incinérés, des taros et des xanthosoma dans les endroits frais, maïs et arachides dans les parties les plus dégagées; le tout parsemé d'aubergines, d'oseilles et d'épinards variés; après ces diverses récoltes, le terrain est laissé au repos pendant douze à quinze ans.

Souvent l'assolement est plus rationnel, en Oubangui, après la culture cotonnière qui lui est imposée, l'autochtone a trouvé avantageux d'utiliser ses champs, pour des semis d'arachides, de maïs et de courges, dans lesquels deux mois après, il bouturera le manioc. Le sol se trouve, ainsi, continuellement couvert jusqu'à ce qu'il soit livré à la jachère naturelle.

Dans les régions où l'ancienne armature sociale s'est maintenue, les chefs de terre défendent jalousement la tradition qui règle la périodicité du retour de la culture sur les terrains; ce n'est pas sans inquiétudes, alors même qu'ils n'en discernent pas les causes, que, pour satisfaire aux exigences de l'administration, les notables se voient parfois dans l'obligation d'écourter la durée du repos des terres.

Toutefois, et jusqu'à présent dans la plupart des cas, il n'est d'autre jachère que la jachère libre, laissant la végétation spontanée se reconstituer d'elle-même; lorsqu'il s'agit de sols peu fatigués où la forêt reprend ses droits, cette méthode n'a contre elle que la longue durée d'inutilisation qu'elle impose et le travail considérable nécessité pour la remise en culture; dans les régions forestières peu

peuplées où les terrains disponibles ne risquent pas de faire défaut, cela peut être concevable; par contre, en zone de savane, ou lorsque le recru forestier se produit mal, une jachère libre deviendra tôt ou tard insuffisante; il est donc nécessaire de provoquer la reprise de la végétation, et de sélectionner pour ainsi dire celle-ci par l'emploi de plantes susceptibles de donner les résultats les meilleurs.

Le choix de l'espèce végétale qui constituera la base de la jachère est l'objet de maintes discussions, chacun ayant ses propres préférences; cette plante doit répondre à certaines conditions : vivace et vigoureuse afin de dominer la flore spontanée et de se maintenir sans soins spéciaux jusqu'à la remise en culture; elle devra, en outre, avoir une développement foliacé suffisamment considérable et permanent pour permettre la reconstitution de l'humus et pour assurer le couvert du sol; la plante idéale devrait également présenter un intérêt économique, sans pour cela contribuer à l'épuisement du terrain en exportant par ses récoltes plus qu'elle n'est à même de lui restituer.

A priori, les herbes de pâture semblent les seules susceptibles d'offrir cette dernière possibilité, mais elles ne sont généralement pas assez étouffantes et leur utilisation logique est subordonnée à l'existence d'un troupeau; celui-ci, à l'exception de certaines régions de l'Oubangui et du Tchad, par ailleurs peu agricoles, trouvera rarement en Afrique Equatoriale Française les conditions sanitaires nécessaires à son développement.

En réalité, et tant que les stations expérimentales n'auront pas trouvé les plantes idéales répondant parfaitement aux conditions offertes par les diverses régions agricoles, il reste à notre disposition la gamme classique des plantes de couverture.

Parmi les légumineuses, et uniquement en ce qui concerne l'Oubangui, certains *Crotalaria* et le *Cassia hirsuta* m'ont paru recommandables, bien qu'assez facilement éliminés, si l'on n'en prend soin, par les graminées spontanées. Les *Flemingia* et l'*Indigofera endecaphylla* sont exigeants et semblent ne convenir qu'aux défrichements forestiers. *Leucaena glauca* se développe bien en général, mais il nécessite, lors de la mise en culture, un dessouchage onéreux. Les *Tephrosia candida* et *Vogelii*, ce dernier surtout, car plus rustique et utilisable localement comme insecticide, conviennent bien aux terrains de savane, mais se développent lentement au début, ce qui nécessite des sarclages. L'ambrevade est intéressant au point de vue alimentaire, mais couvre mal le sol.

Le Comité cotonnier de l'Afrique Equatoriale Française avait préconisé le *Calopogonium* comme couverture du sol après l'arrachage

des cotonniers; l'expérience a montré qu'il était à peu près impossible d'éliminer cette plante en fin de jachère.

La patate douce, de la famille des convolvulacées, est très étouffante; elle a, de plus, l'avantage de rentrer dans la confection des brèdes et d'être recherchée par le petit bétail; par contre, elle supporte mal les saisons sèches un peu rigoureuses, et il est difficile d'empêcher les indigènes d'en récolter les tubercules.

Je ne sais si les derris ont été essayés; à priori, ils semblent présenter les qualités requises en ce qui concerne la rusticité et le pouvoir couvrant; la luxuriance de leur végétation doit certainement permettre la restitution au sol de ce qui peut lui être enlevé avec les racines; il n'est pas sûr, toutefois, que l'on puisse se débarrasser facilement de cette plante, dans les champs où elle aura été implantée.

Certaines graminées ont été préconisées : je n'ai pas eu l'occasion d'essayer le kikuyu grass, qui semble assez exigeant.

Le cissongo (*Pennisetum purpureum*), très employé au Congo Belge pendant la guerre, semble actuellement un peu tombé en discrédit; il vient cependant facilement dans les terrains peu épuisés et fournit une masse considérable de matière verte; l'approvisionnement de boutures se résout sans difficultés et l'élimination de la plante lors de la mise en culture est relativement aisée; en outre, par roulage ou fauchage, on obtient un épais paillis qui constitue une excellente couverture et une abondante repousse utilisable pour la pâture ou pour l'ensilage. C'est pourquoi, tant qu'une plante mieux adaptée ne nous aura pas été révélée, je donne ma préférence au cissongo dans les régions à climat équatorial ou guinéen; dans les zones à plus faible pluviométrie, dans lesquelles cette plante ne se trouve pas à l'état spontané, le *Tephrosia Vogelii* et le *Cassia hirsuta* lui seront certainement préférables.

Par le moyen de ces jachères, un double but est poursuivi; d'une part, éviter la dénudation qui accélère le vieillissement pédologique du sol; d'autre part, maintenir la fertilité en restituant aux terres les éléments que les récoltes ont pu lui emprunter. L'emploi des engrais chimiques permettrait évidemment d'assurer cette restitution avec souvent plus d'efficience. Mais c'est une notion absolument nouvelle qu'il convient alors d'introduire dans les coutumes agricoles; dans les exploitations européennes, cette pratique peut être encouragée avec quelque chance de succès; en ce qui concerne les cultures indigènes, il est difficile de prévoir le temps qui sera nécessaire pour amener cette amélioration; encore faudra-t-il qu'elle se justifie économiquement, et que la dépense ainsi occasionnée ne soit pas en disproportion avec la valeur commerciale des récoltes.

La fumure organique serait plus réalisable; malheureusement, la plupart des régions agricoles aéfiennes se voient pous l'instant interdire l'élevage du fait des épizooties.

Jachères et engrais verts semblent donc actuellement les seuls moyens d'action sur lesquels il soit possible de s'appuyer.

Il serait illusoire de demander à l'indigène un travail improductif, inutile à ses yeux; c'est pourquoi, dans l'état actuel des choses, il ne semble pas possible d'envisager la jachère cultivée.

Un progrès sensible aura cependant été réalisé lorsque l'on aura obtenu du cultivateur l'implantation d'une plante de couverture (*Cissongo*, *Tephrosia*, *Cassia*, pour reprendre les exemples précédents) dans la dernière culture de la rotation qu'il pratique; lorsqu'il est possible, cette implantation devrait se faire avant l'enlèvement de la récolte (manioc, le plus souvent) afin de favoriser le développement de l'espèce choisie au détriment de la flore spontanée.

L'entretien qu'il sera possible d'exiger devra se borner à des fauchages ou à des roulages, pour obtenir un paillis ou pour le réensemencement, mais encore faudra-t-il pour cela que, par l'amélioration des coutumes agraires, le cultivateur ait l'assurance de conserver la jouissance du lopin de terre, objet de ses soins.

De toute façon, tous les efforts en vue de faire entrer dans les habitudes la pratique d'une jachère dirigée resteront vains et stériles tant que cette couverture génératrice d'humus ne sera pas préservée contre les incendies périodiques de la brousse.

Une interdiction absolue serait évidemment désirable, mais les réglementations édictées à cet effet se sont montrées généralement inapplicables. Cette pratique est ancrée dans les coutumes des indigènes et compte même parmi les Européens, de nombreux partisans convaincus de ses nécessités sanitaires.

S'il est impossible de réprimer, de façon générale, cette action éminemment néfaste, il conviendrait, toutefois, par des mesures appropriées, d'en limiter les effets et de se préserver de ses atteintes.

En effet, j'ai pu constater à diverses reprises que les populations indigènes acceptent volontiers d'allumer les incendies dès la fin de la saison des pluies, alors que les savanes ne sont pas encore totalement desséchées.

Par ailleurs, la prohibition deviendra réalisable, lorsqu'elle concernera des surfaces déterminées, portant soit des cultures, soit des jachères dirigées. C'est ainsi qu'en 1944, à Carnot (Oubangui) l'interdiction d'allumer des feux de brousse dans un rayon de 20 km. autour

du poste, formulée par le Chef de la subdivision pour la garantie des plantations européennes de café concentrées sur ce point, fut scrupuleusement observée par les indigènes. Toutefois, deux Européens, agents d'une entreprise minière, qui, pour les soi-disant besoins de leur prospection, et malgré les observations qui leur avaient été personnellement faites, avaient contrevenu à cette défense furent expulsés du territoire; cette sanction exemplaire ne fut certainement pas sans effet sur l'esprit des autochtones.

Il semble donc possible d'envisager avec optimisme une prohibition limitée dans l'espace, mais il sera toutefois prudent que les périmètres ainsi déterminés soient protégés contre les incendies venant de l'extérieur par des barrières naturelles ou des pare-feu. Ceux-ci, constitués par des boisements artificiels, seront eux-mêmes garantis par des bandes complantées en essences pyrophobes (ananas subspontanés, sisal, agaves, etc.).

L'utilisation de tels boisements n'est pas limitée à ce seul effet préventif; elle peut également concourir à la rénovation de la fertilité des sols, en complétant l'isolement de vastes surfaces, déjà protégées sur une partie de leur périmètre par des obstacles naturels (cours d'eau, bois, routes, etc.). Le *Cassia Siamea* et le *Cassia spectabilis*, par leur croissance rapide et leurs exigences modérées, sont des essences de choix en l'occurrence. Le premier surtout est susceptible de fournir en quelques années des bois ronds de charpentes légères. Ils peuvent être intercalés avec une essence à plus grande longévité et d'intérêt économique plus assuré, telle que le teck. Divers acacias et l'*Anogeissus* peuvent rendre un office identique en zone prétchadienne. Toutefois, cette implantation nécessitant un travail relativement important dont l'intérêt non immédiat peut ne pas apparaître aux yeux des autochtones, ne doit être entreprise que par un organisme collectif : commune, société de prévoyance ou coopérative qui assumera les frais d'établissement et d'entretien. Ultérieurement, cette mise de fonds sera largement couverte par l'exploitation du bois d'œuvre et du bois de chauffage.

A l'intérieur du périmètre ainsi protégé, la nature réagira et pour peu qu'elle soit aidée par des fauchages formant paillis, la flore spontanée se modifiera rapidement; les composées, labiées, légumineuses se substitueront peu à peu aux graminées et ces terrains dont la fertilité se trouvera accrue pourront être mis à la disposition de cultivateurs rassemblés dans un groupement dirigé afin d'éviter une nouvelle régression.

Les boisements interviendront encore dans la lutte contre l'érosion éolienne et contre la dégradation par le ruissellement en permettant de garnir des pentes menacées. Dans le même ordre d'idée, divers travaux (terrasses, digues, levées, etc.) peuvent contribuer à la préservation des sols et même à la rénovation de leur fertilité. Mais ces ouvrages, souvent de grande envergure, s'ils peuvent être entrepris avec la collaboration ou selon les indications de l'agronome, sont du ressort du Génie rural; aussi n'en parlerai-je pas. L'établissement de rizières permettant l'exploitation permanente des terrains jusqu'alors impropres à toute culture relève également de ces mêmes spécialistes.

* * *

Pour me résumer, nous nous trouvons en présence du problème suivant : la nécessité d'inclure les territoires africains dans une économie générale, tant pour relever le niveau du bien-être de leurs habitants que pour satisfaire aux obligations internationales, nous a entraîné à modifier profondément les pratiques agricoles des indigènes; la première conséquence fut d'activer le processus de la dégradation des sols.

C'est donc un devoir pour la puissance colonisatrice d'adapter ses méthodes et celles de l'autochtone à ces nécessités nouvelles, de telle façon que le patrimoine foncier qui lui est confié soit préservé et même, s'il est possible, reconstitué.

Nous devons, pour ce faire, nous inspirer des enseignements que nous donne la nature livrée à elle-même et ne pas mépriser de prime abord les pratiques que l'indigène a acquises par une expérience millénaire, dont il ne peut généralement justifier le bien-fondé, mais qui sont le plus souvent rationnelles tout au moins à l'origine.

Les Chefs coutumiers tendent à disparaître et leurs successeurs font souvent preuve d'une autorité et d'une compétence insuffisantes; il nous appartient en conséquence, pour compenser cette carence des guides traditionnels de l'indigène, de susciter en celui-ci le sentiment du respect du sol qui le nourrit et de l'intérêt qui s'attache à la préservation de ce patrimoine. En bref, la tradition conservatrice risquant sous peu de manquer de « supporter », il convient de lui substituer chez l'individu une mentalité paysanne.

Ceci doit faire l'objet d'une propagande assidue dans les villages, les écoles, les groupements agricoles; cette propagande pour être efficiente devra s'étayer sur des observations concrètes portant d'une part sur la disparition progressive des bons terrains de culture, et d'autre part, sur la nécessité de pratiquer des méthodes culturales conservatrices.

L'application de ces méthodes (assolement, jachère, etc.) exige une discipline de culture qui sera difficile à obtenir des cultivateurs

isolés. mais elle pourra se trouver observée dans le cadre d'exploitations collectives; c'est encore par des groupements de cultivateurs que sont réalisables les créations de boisements protecteurs contre les feux de brousse.

Propagande et création d'entreprises collectives nous permettent d'agir sur le milieu humain et leur champ d'action et de réalisation (en ce qui concerne les exploitations) peut paraître illimité. Toutefois, leur effet ne peut être immédiat et il importe que des mesures soient prises sans tarder pour freiner les dégâts et tenter d'y remédier.

Ces mesures, qu'elles prennent la forme de règlements destinés à restreindre le gaspillage de la forêt ou à réprimer les feux de brousse, ou bien qu'elles s'appliquent à des réalisations concrètes sur le terrain (mise en défens de périmètre, reboisements, travaux d'hydraulique agricole, etc.) nécessiteront un travail préparatoire important; des suggestions seront émises qui devront être examinées; des observations seront contrôlées ou confrontées; des prospections et des études détermineront les tâches les plus urgentes à entreprendre et mettront au point les méthodes à employer. Tout ceci nécessite la collaboration de techniciens appartenant à des disciplines diverses dont les efforts devraient être coordonnés; tel est le but des Bureaux des sols, dont la création dans les Territoires et les Fédérations est demandée depuis près de deux ans, et qui relèveraient de la Commission intercoloniale instituée au Département. Il est à souhaiter que ces organismes soient constitués prochainement afin de faciliter aux services responsables la tâche qui leur incombe.

En conclusion, pour l'immédiat, institution des Bureaux des sols dans tous les territoires, et pour préparer l'avenir, création d'exploitations collectives, me semblent devoir être les initiatives sur lesquelles doivent porter les efforts en vue de combattre la régression de la fertilité des sols et je me permettrai d'ajouter en terminant, que cette action doit être entreprise sans plus tarder, si l'on ne veut pas, d'ici un demi-siècle, se trouver en présence d'un état de choses catastrophique et totalement irréparable.

Paris, le 15 juin 1948.

Water Resources, Minor Irrigation Schemes and Soil Conservation : Jos Plateau, Nigeria

by

C RAEBURN, Director, and J. W. DU PREEZ, Geologist,
Geological Survey of Nigeria.

In many of the lands bordering on the Mediterranean Sea and in its islands, in default of great rivers the people have taken the little waters for irrigation and thus have been more able to support a rising population and to improve the standard of living. These little waters — from springs, small perennial streams, passing floods, wells — may each irrigate quite a small area and may, indeed, appear insignificant compared with the classic irrigation areas of the Nile Valley, Iraq and India. Nevertheless, in the aggregate they are as important as many large much-publicized schemes. Throughout Africa, except perhaps in the south, there is little appreciation of the value of minor irrigation projects either as a technique in soil conservation or as a method for improving the lot of the small farmer.

The Jos Plateau is the main tin-mining district of Nigeria and lies almost in the centre of the country. The area considered which lies to the south of Jos covers some 600 square miles and is fairly thickly populated. There is a certain pressure on the land caused by increasing population, soil exhaustion and erosion, and by destruction due to alluvial mining. The general level of the Jos Plateau is about 4,300 feet but there are bare granite hills covering wide areas with peaks rising to over 5,000 feet.

The mean annual rainfall for the period 1922-47 is 56.89 inches. The incidence is markedly seasonal, the greater amount falling during the period April-October, with July as the peak month. The monthly distribution of the rainfall is conspicuously symmetrical with respect to the peak month, as shown by the maximum, mean and minimum rainfall curves for 1922-47. In summary, the period November-March may be regarded as the dry season, while April and October may be looked upon as the transition months between the dry and wet seasons.

The geology has been described in detail in the publications of the Geological Survey of Nigeria. The plateau landscape is dominated by the Bukuru and Vom younger granite masses in the north and by the Ropp granite in the south. Between them are the older rocks, gneisses, schists and older granites. There are isolated flat-topped,

erosion remnants of a fluvio-volcanic series of sediments and lavas on all the older rocks, but these are not important in water supply. The area covered by the various newer basalt flows is substantial, 110 square miles or about 18 percent of the whole. These basalt flows are important in the hydrology. They interfered with and disrupted the drainage system in the areas covered by them and, in many cases, as has been proved in prospecting and mining, parts of the pre-basalt channels were buried beneath the flows. Since the time of their extrusion the basalts have been severely weathered, the characteristic mode of weathering being spheroidal, with hard cores enveloped in concentric layers of decomposed material. The weathering appears to have proceeded along certain zones in the flows which act as aquifers and gives rise to seepages and in a few cases to strong springs.

For the purpose of this discussion, the soils of the area may be divided into three groups : those on the granites and gneisses, those on the basalt flows, and the alluvial soils. The soils of the first group are thin, acid and impoverished and are formed from the weathered, leached remains of the underlying granites and gneisses. They have little capacity for retaining water. They vary in character : red loams, fine yellow sands, coarse quartz soils and bands of lateritic concretions exist in close proximity. Bad cultivation methods, burning and overgrazing have been responsible for much erosion.

The basalt soils, dark red-brown in colour, lying on the gently sloping lava flows, are notably more fertile than the other soils. They are already intensively farmed during the wet season. There is no extensive or serious erosion of these soils which are in places protected by rudimentary terracing. The alluvial soils vary in quality but are not as rich as the basalt soils. They are eroded by surface wash and by lateral cutting of the streams. These are the soils mainly destroyed by tin-mining.

In summary, the general conclusions araising from an examination of the groundwater conditions are :

(a) Most of the streams flow perennially. In the dry season they are fed mainly from seepages which issue from the gneiss, granite and basalt. In the wet season they carry very large volumes of water from direct run-off.

(b) Although the late dry season surface flows in the rivers are small, there are considerable additional volumes moving in the channel alluvium.

(c) The newer basalt lavas are the most important aquifers. The water is everywhere present in the decomposed basalt and is yielded by seepages or springs.

(d) Copious supplies of groundwater exist in the channel alluvium buried beneath the lavas. The sustained yield from one of these aquifers has proved to be at the rate of one cusec and it will be possible to obtain similar or greater yields at many other points.

(e) Except in the case of two rivers, the discharges of which are conserved for hydro-electric generation, and minor volumes of wet season run-off conserved in small reservoirs for mining purposes, no use is made of the surface or subsurface water resources.

It would seem, prima facie, that the water resources described above — surface and subsurface, in the basalt and under the basalt, dry and wet season — could be used for minor irrigation schemes. The minor scheme presents no engineering problem and it may be completed in a short time so that it is an immediate method of raising the standard of living. It can be managed and maintained by the irrigators themselves, no great capital investment is required and should the scheme be a failure — and not every irrigation project is a success — the loss is not serious. The small scheme enables the benefits of irrigation to be spread wide amongst the people and it is therefore a suitable object for assistance by a government. The small scheme need not be devoted to a single crop but the agriculture may be quite diversified, and it is particularly useful for improving nutrition through the growing of food crops, especially vegetables — tomatoes, peppers, beans, okros and leafy green types, etc. — or for the production of fibres and vegetable dyes for village industries. By the use of small irrigation units irrigation can be introduced gradually to the people and the process, under complete control, can be speeded or retarded as circumstances demand.

In addition, these schemes would enable a large population to be carried in a unit area and food production to be concentrated on the better land thus allowing the poorer, more erodable land to be rested and to be used for purposes that do not encourage erosion. Erosion does not occur on irrigated land : it is too valuable to the farmer and it is usually divided into smaller units, is under crop longer, is generally less sloping (by use of terracing) than non-irrigated areas. In fact it enjoys more care. Irrigation is an effective counter to soil erosion. It is suggested that in the area under consideration the pressure could be taken off the eroding granite soils and placed on the better and irrigable basalt and valley soils. It is further suggested that the development of minor water supplies for irrigation as a method of combatting erosion is a possibility in other parts of Nigeria and elsewhere in Africa.

The requirements for an irrigation project are :

(a) a reliable supply of water that will irrigate a reasonable area,

(b) good land suitably disposed and commanded by the water,

(c) irrigators to work the land,

(d) fertilizer at an economic price,

(e) a market for the crop,

(f) guidance from agricultural officers at least in the early years,

(g) security of tenure of land and water by appropriate legislation.

Minor irrigation projects fall into one of two main classes, viz. (a) gravity projects and (b) pumping projects. In the former, the water is conveyed under its own head to the field : in the latter, the water before use is raised by some mechanical device. It is obvious that gravity projects are more suited to peasants to whom irrigation is a new technique in agriculture and who are as yet unskilled in the use of machines.

In gravity schemes, water may be taken from the direct flow of rivers and springs, or from dams. To utilize river flow, a weir is necessary to divert and to raise the water into the channel leading to the irrigable area. Where small streams are concerned, the barrier may be of earth and stones held together by stakes and brushwood. This method is by no means uncommon in Mediterranean countries but it has the disadvantage of requiring renewal after spates. In larger streams, a barrier of this kind does not stretch completely across the river but is a wing-weir. More satisfactory weirs may be constructed of rough masonry or of concrete. Works of this type must have adequate wing-walls so that there is no danger of scouring at the ends during floods. Gravity water may also be secured from subsurface flow in riverbeds by the use of subsurface dams which force the water to the surface. These dams require that the alluvium should not be too deep, not more than thirty feet or so, that the alluvium should rest on impermeable bedrock and that the bedrock should rise above the alluvium on both banks. A site must be chosen where a small structure will block the whole subsurface flow.

Water from springs is often very valuable and it is usually delivered to the land by a lined channel or even by pipe. The spring is cleared, but not deeply excavated, to reduce loss by seepage and evaporation and may be protected by a masonry arch. A tank holding 8 to 10 hours flow is often provided to do away with night watering and to assure a better head for more remote distribution from a small flow. Normally, there is no particular difficulty in the use of springs for irrigation.

It will be appreciated that there are many small perennial flows that may be raised cheaply and easily on to the better soils, particularly those on the basalt. The flows may, in some cases, be augmented by water from subsurface dams. These quite small schemes, started perhaps on the Hoss basalt using the perennial river flows and the spring water, would serve as pilot schemes from which experience could be derived to apply to more ambitious projects. The projects using river water for direct gravity application would also supply water to augment rainfall for wet season crops or for starting or finishing wet season crops.

There is another important method of salvaging gravity water : that is by adits (the chain-of-wells of the Near East and the foggarra of the northern Sahara). These would be driven in the basalt where

the surface was conveniently sloping, and would tap the groundwater in the basalt. They would be driven into the decomposed rock until they were at their working face about sixty feet below surface. Spoil would be removed and ventilation provided by shafts at intervals of about forty feet. The decomposed basalt is known to stand well and it is unlikely that any supports would be required. This is regarded in all the circumstances as a cheap method of groundwater recovery. In order to prevent loss of water during the wet season, the flow would be controlled at a point within the adit and flow to waste prevented. Some levelling and drilling are required before sites can be selected but that there are many suitable locations is certain. Adits could also be driven into the wash underlying the basalt and possibly in decomposed gneiss or schist in valley bottoms.

The quantity of water required for irrigation is so great that reservoir irrigation, even where favourable sites exist, may be expensive and it is but seldom that an irrigation reservoir can be constructed as a remunerative public work unless on a large scale; for the smaller the reservoir the greater proportionately is the cost. If, however, the reservoir has an earthwork barrier and earth-moving machinery is available, costs may be relatively lower. The main necessities for an impoundment scheme are :

a. A water-tight reservoir bed.

b. Sufficient water impounded to irrigate a reasonable area

c. A site that will enable a small dam to impound a large volume.

d. A reasonable gradient on the river bringing the water so that alluviation is not too severe.

e. Depth of impounded water high in proportion to area of reservoir to reduced evaporation loss and the area over which counter-alluviation measures are required.

f. A sufficiently large area of good land suitably disposed for irrigation and not too far from the dam.

g. Mosquito-control at a reasonable cost.

If the dam is to be of earth it must have a clay core to prevent seepage and an adequate spillway. Water must not run over the unprotected earthwork.

Despite anything that has been said in the preceding paragraph, it is thought that conservation for irrigation may have a place in the area more especially later when the irrigation becomes a familiar technique. There are possible sites for reasonably sized barriers retaining up to a thousand million gallons, and no doubt many sites could be located for smaller projects.

It may be advanced that water conservation schemes would be subject to considerable alluviation, to silting, which would soon reduce their effective volume. It should be noted however that as mining declines and as the more easily erodable lands go out of cultivation, so there will be a progressive reduction in the load transported by the

rivers. There will also be a tendency to less heavy flooding and larger sustained flows in the dry season.

There is a type of conservation structure which may be mentioned. That is the « tank » to give it the Indian name. They are normally long low structures built across wide, open valleys with very gentle slopes both laterally and longitudinally and by no means fulfil all the criteria detailed above. They are usually quite shallow, cover a large area, are very susceptible to evapo-transpiration losses and seldom mosquito free. It is doubtful if they have clay cores to stop seepage and the spillway is usually provided round one or both ends. It is obvious that the success of such a structure depends much on building with clayey rather than sandy spoil. In the East, these « tanks » have been constructed in areas where the pressure of population has necessitated irrigation if the people were not literally to starve. Their principal use would be to augment rainfall for staple crops, to even out irregularities in rainfall incidence, to enable a final watering to be given to finish grain and to provide a dry season cash crop over a smaller area. There is no doubt that they would increase grain and possibly cotton output, but the economics of such schemes requires examination. It might be that they could be run up cheaply by earth-moving machinery as has been demonstrated in the Sudan.

In pumping projects, water is taken from a well or borehole or from a river or lake using some type of pump. To provide adequate maintenance of the pumping plant, the wells or boreholes should be grouped or if single installations are used they should be fairly near to a workshop. Pumps may be operated by hand, by windmills, by animals, by internal combustion engines or by electric motors. A special variety of borehole is the drive tubewell which can be used to raise water from the alluvium of a river for use on the bank. It is equipped with a handpump and is more efficient than the shadouf. It can be installed in half an hour or so. It might well be supplied on a hire-purchase system. Tubewells may be used in connected groups employing a power-driven pump.

Pumps driven by windmills are not satisfactory unless there is a regular wind and are more suitable for supplying water to a single house and garden than for serious irrigation. Animal-driven pumps, often using improved types of the Persian wheel, are common all through north Africa and the Middle East and millions of acres are irrigated from them. They are constructed and serviced by village craftsmen and the ubiquitous petrol tin enters largely into them. They demand however certain conditions. The well must be a fair yielder, not less than about 1,500 gallons per hour and the water should not be more than sixty feet or so below surface. Where the well is a low yielder it is customary to chamber the bottom so that water may collect when pumping ceases. It would not be difficult to design simple plant employing animal power to raise water from good yielding boreholes where the water level is not more than say forty feet below surface.

Study of the Farming Systems in their Relation to Soil Conservation

(a) Mixed Farming; (b) Grass and Bush Fallows.

by

COLIN MAHER,
Senior Soil Conservation Officer,
Department of Agriculture Kenya

(a) **Mixed Farming.** — In East Africa, by mixed farming is understood not merely the replacement of a system of mono-culture of cereals or other crops by a rotation of crops, but by the introduction of live stock into the farming economy which, in turn, entails normally a sytem of husbandry in which arable crops are rotated with planted grass leys. It is impossible to consider the effect on mixed farming in relation to soil conservation without some discussion of the economic consequences which are involved in the change.

Erosion itself is frequently the result of economic factors, such as pressure of population and poverty, high or alternatively low prices for crops, and in European areas the question is influenced by land prices, interest rates, and so forth. In the European areas of East Africa the introduction of mixed farming is welcomed and fostered by soil conservation workers for the following reasons :

(1) The replanning of farm layouts which is necessitated by a change over to mixed farming gives the possibility of providing a protective grass cover to parts of the farm which, owing to topography, soil type, or past history, are eroding or are likely to erode in the near future;

(2) The reduction in the area of erodible row crops is facilitated with the concurrent increase in the area under pasture, fodder crops and small grain crops;

(3) The grass land rotation and the growing of fodder crops together with the dunging of the animals adds humus to the soil, while the grass roots improve the crumb structure of the soil;

(4) If deep rooted, forage or pasture plants are used, mineral nutrients are brought from the lower layers of the soil to the surface

soil where they may be utilized by the more surface rooting arable crops;

(5) A means is provided of making economic use of contour strips of grasses which have been planted for conservation purposes especially if these strips have been planted with productive ley grasses. The grass may be used for hay, grass silage, dry season grazing or may be fenced off by temporary or electric fencing and used by stock during the growing period.

On the economic side the change to mixed farming has the following advantages :

(1) Farming risks are spread by the broadening of the basis of the economic activities of the farm;

(2) A reduction of the amount of arable machinery required may be possible, while labour peaks are levelled off to some extent;

(3) A greater flexibility is imparted to the economy of the farm by the possibility of increasing or decreasing the amount of grass land from time to time according to the circumstances of farmer or the market situation.

Disadvantages which are brought forward immediately by the farmer whom the soil conservation officer is endeavouring to persuade to change his farming system include :

(1) The high capital cost of cattle dips, fencing, buildings, etc ;

(2) The high cost of establishing grass leys, and the difficulty of obtaining suitable grass seed;

(3) The probably immediate loss in income if the present prices of arable crops are favourable to the farmer as in the war and post-war period.

The foregoing points relating to European farming in East Africa apply equally to farming in the native reserves, but the following points have to be borne in mind additionally : On the credit side, there is the advantage of improving the dietary by an increased supply of meat and milk; for example, it is well known that of late years the Kikuyu peoples have suffered diminution of stature and general physique through a scarcity of proteins, especially milk and meat products, whereas the pastoral peoples such as the Masai have a superfluity of animal products but insufficient starchy cereals. There are special difficulties which are immediately encountered when it is endeavoured to introduce mixed farming into most reserve lands in East Africa, except where there is no population pressure, or where there are empty or tsetse fly areas which can be added to the land at the disposal of the tribe concerned.

(1) Customs of fragmentation, and subdivision of land, and in general the indigenous and obsolete systems of land tenure frequently

make the introduction of fencing and rational grass land management exceptionally difficult and expensive to carry out. This is so without considering, for the moment, the various political objections which are likely to be met with, especially in those areas in which proper use of the land is virtually impracticable without re-allocation of the land and, probably, a reduction in the number of people engaged in agricultural activities in the area. In the past, most tribes have regarded fallows, and grass lands generally, as common grazing for everyones cattle, sheeps and goats. The bringing about of a system of enclosures is likely to have the immediate result, as in England between the fourteenth and seventeenth centuries, of producing notable social and economic consequences with probable political repercussions;

(2) The placing of half the arable land under a grass ley will have the immediate result of reducing the available food supply, even if the long term result is advantageous in regard to both quantity and quality of foodstuffs;

(3) There is frequently difficulty in making the indigenous people regard grass as a crop and in inducing them to conserve the surplus growth which accrues during the rains as hay or silage;

(4) The difficulty of transporting and spreading cattle manure, if this is made, especially where roads may be poor and wheeled transport not at present available. (This is not a very important point, however, if a system of fencing and grass land management enables the manure to be put into the land through the grass ley);

(5) The financial and physical difficulties of supplying water to cattle in the arable areas at sufficient points and also enough cattle and sheep dips, to avoid causing excessive trampling out of grazing and the formation of eroding cattle tracks, or on the other hand, the possibility of the trespass of cattle and damage to arable crops;

(6) The difficulty of encouraging frequently reactionary and lethargic natives to carry out the selection breeding and culling of better stock and their improved feeding, especially during the dry seasons.

These matters may be regarded generally, with the often vague, but none the less real, suspicious antagonism with which changes and new methods are invariably regarded by ignorant people.

In past years efforts have been made to induce Africans to improve their farming methods on the line of mixed farming on small holdings; for the most part, it must be considered that these have been unsuccessful. Superficial successes may have been achieved in certain cases, in some of which it may be found that the farmer enjoys the assistance of a certain income from independent sources. Elsewhere, as in parts of the Kikuyu reserves in Kenya Colony, advances along the lines of mixed farming have been accompanied by an enlargement of

the holding towards a capitalised farming system with hired labour and a size of farm sometimes amounting to several hundred acres, and in any case, often considerably in excess of the average size of holding which is customary.

In various parts of East Africa experiments on the lines of collective or cooperative mixed farming with varying degrees of individual or cooperative effort are in their initial stages, but amongst the more sophisticated tribes it is evident that individualism has overcome ancient institutions of cooperation and too often there may be an apparent lack of desire of the local peoples to cooperate whole-heartedly with the Government in reorganising their agricultural systems and economic and social life in a way that is considered more likely to lead to their future prosperity and wellbeing.

(b) **Grass and Bush Fallows.** — Grass fallows may be considered as the more civilized analogue of the primitive bush fallow which has been used by most races at a primitive stage of civilization and which is still an important method of restoring and preserving soil fertility over huge areas of Africa and Asia. The most developed form of the fallow is the planted grass fallow which is comparatively modern in development and even yet has not attained its full flowering. In East Africa, probably, the planting of grass fallows is being developed chiefly in the European areas of Kenya Colony in which there is an increasing use of seeded grass for grass leys which are usually expected to stay down for three years. The chief grasses which are being used at the present time for this purpose are — Molasses Grass (*Melinis minutiflora*), Rhodes Grass (*Chloris gayana*) and at the higher altitudes, — *Bromus marginatus*, and to a lesser extent *Phalaris tuberosa*. The Abyssinian grass *Beckeropsis uniseta* is used to a lesser extent

The establishment of grass leys by planting roots is too expensive in labour to be used to any great extent, although it should be possible to mechanise this operation in part, as is done in the U. S. A. At the same time, running grasses, such as the *Cynodon* spp., are restricted in their possibilities as ley grasses, since they are difficult to eradicate before planting the arable crop, nor can they be established from seed, as far as is known at present.

Planted grass leys are considered, generally, to have a beneficial effect on soil fertility and the crumb structure of the soil, though the exact nature of the effect requires further study. It is certain, however, that the soil must not be allowed to become too low in fertility before the grass ley is planted and experimental work is required upon the effect of fertilising the ley with mineral mixtures to assist establishment.

Naturally reverted grass fallows seem to give little benefit, although, it may be that this is partly due to the fact that such reverted pastures usually occur on worn out lands which have been cropped for too long, upon which only the pioneer grasses are to be found

for many years, including such grasses as *Digitaria scalarum*, *Eragrostis* spp., *Rhynchelytrum repens*, etc. It is also the case that much of this reverted pasture has been seen on light sandy soils which are poor in crumb structure initially and very difficult to restore once their fertility has deteriorated. Natural Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) pastures appear to give benefit; however this grass is usually found growing on rich volcanic soils especially at the higher altitudes, and these soils have a higher percentage of the colloid fraction and so more readily develop a good crumb structure under grass land. In the native areas, the concept of the planted grass fallow is only just becoming to be understood by the natives, and where the leys have been established artificially this has been chiefly by planting runners of Kikuyu of star grass too often has land has been allowed to become low in fertility before the grass was planted. Where hand cultivation is normally employed, the production of grass land is not liked by the African cultivator owing to the hard work which is involved in breaking the fallowed land.

The difficulty of securing better grass land management where pasture land is subject to common use by the stock of all and sundry, has been mentioned in the paper given under section (a). It is unlikely, indeed, that good grass leys will be established in native areas except under individualistic systems, or where there are strict regulations regarding the establishment and use of communal pastures.

The Bush Fallow, is not normally a system which occurs in European agriculture, but is a characteristic of the native reserves. The bush fallow may be anything from a secondary growth forest, Savannah trees of a *Combretum* complex, or dry thorn scrub, such as *Commiphora* spp, *Acacia* spp, etc., which may be anything from ten to thirty or forty old, down to two or three years growth of bushes such as *Euclea lanceolata, Dodonea viscosa, Indigofera erecta, Tarchonanthus camphoratus* (« Mulelishwa ») etc., in various areas. The bush fallow adds humus to the land through loaf mould and the decay of twigs and roots, it prevents erosion to some extent during the fallow period, gives shade and physical protection from the rain to the soil so reducing the rate of disintegration of both organic and inorganic crumbs, and the bush roots bring up minerals from the lower layers of the soil. However, the usefulness of the bush fallow from the restorative point of view if often impaired by the browsing and trampling of cattle and goats. In the semi-arid areas, of course, the branches of many of the trees are customarily cut by the pastoralists for feeding their stock. When it is desired to bring these fallowed areas into cultivation again, the trees and bushes are lopped and burned, leaving only the thick stems of trees from which new branches will sprout when the area is again abandoned. The burning and deposition of considerable quantities of mineral ash on these areas, some of which may

be on steep and stony slopes, often is followed by the washing away of the valuable ash by rain storms of high intensity which are liable to occur before a ground cover is again established.

The increasing density of the population in many areas and the pressure of population on areas which are adjoining parts of the country in which tsetse tends to spread, is apt to reduce the length of the bush fallow to little more than a token. In thickly peopled areas the fallow may indeed be stocked very heavily and so be subject to erosion even during its reduced period so that its ameliorative effect may, in fact, be negative.

Bush fallow probably is the only way of restoring fertility to arable lands in semi-arid areas, but if its use is to be continued it must be subjected to rigid control. This would necessitate resettlement projects in many cases and the reduction of the density of the population in the area concerned. The prevision of permanent social services like hospitals, schools, water supplies, etc., in some areas would make desirable the more orderly rotation of the bush fallow areas. Prior to British occupation, whole villages might shift considerable distances in the dry bush, but this movement of villages is not compatible with a more civilized and orderly life. In the more favourable and moister areas, it should be possible to substitute the bush fallow by planted grass fallows, having due regard to the desirability of including some deep rooting plants in the mixtures employed.

Soil Conservation Methods
(Including Strip Cropping and the Various Mechanical Anti-Erosion Methods)

by

COLIN MAHER,
Senior Soil Conservation Officer,
Department of Agriculture, Kenya Colony.

Soil conservation measures in use in East Africa may be divided into three main groups :

(a) For promoting retention or absorption of rainfall;

(b) For slowing down the velocity of run off and hence causing the deposition of silt;

(c) Measures which have the aim of leading away water at non-erosive velocities and disposing of such water without causing erosion.

The measures which can be grouped under (a) above can only be used safely by themselves in areas where rainfall intensities are not excessive and in which the soil is of a reasonably porous nature with a high capacity for absorption. Conversely, in areas where high rainfall intensities are experienced, where slopes are too great, or where the soil of its intrinsic nature or through over cultivation has poor permeability, such measures would fail to achieve their objective. Within this category (a) comes the tie-ridging which is employed in parts of Tanganyika territory. This has been described by A. N. Prentice in a recent number of « East African Agricultural Journal », and has also been suggested for use in the Usukuma area of Tanganyika by Rounce. For effectiveness such work needs to be carried out as nearly as possible to the contours and the ridges must be of a height and capacity sufficient to impound the largest rainfalls which are likely to be experienced.

From time to time various other methods of ridging have been described as in use in the native reserves of East Africa, some of these being indigenous practices in which mounds are constructed by piling earth upon ridges of weeds, crop residues and other humic materials. Some of these practices partake of the nature of box-ridging or basin-listing. In the European areas of East Africa practices of this nature have not found great use since they are, for the most part, dependant on a great deal of hand labour, while their use is limited to the climatic and soil conditions which have been mentioned earlier. However, a

few years ago the practice of box-ridging of coffee enjoyed a certain amount of popularity in some of the drier areas of Kenya Colony, especially in the Thika district in which the late W. J. Poppleton claimed to be the originator of the system.

Numerous machines have been invented in the U. S. A. for basin-listing, but conditions for their employment are not usually present in the European areas of East Africa, especially since the method can only be usefully employed on slopes of under about two per cent.

One or two farms in the Rongai area in the Rift-Valley claimed to have used this method of cultivation with benefit while one old settler, Mr. Powys Cobb, of Elmenteita, for many years has basin-listed land in the early part of the year in order to conserve moisture prior to planting wheat. This farm is at an altitude of nine to ten thousand feet, on which, however, the rains are of relatively low intensity, the rainfall only averages about thirty-five inches, while the soil is a raw and very absorbent volcanic ash.

(b) The measures designed to slow up run off, and to encourage the deposition of silt may be said to be used in all areas both in native and European occupation in East Africa in greater or less degree. Here again, under conditions of low rainfall intensities and on soils which are absorbent, especially those which have a high organic matter content, such measures may be sufficient to prevent all but a minor and unimportant amount of erosion. Under this head comes the use of mulches, either complete or in strips. Complete mulching, of course gives one hundred per cent protection against erosion and avoids the loss of any moisture through run off. The chief objection is the large amount of hand labour which is normally required and the difficulty of securing sufficient suitable material. However, the use of mulches of maize trash, elephant grass or banana leaves has not only prevented erosion but given high increases in yield of the order of three or four hundred cwt of coffee per acre, according to reports from the coffee experimental station at Lyamungu in Tanganyika, and from various stations of the Department of Agriculture in Kenya Colony. Mulching of bananas by banana leaves or by elephant grass is advocated in Uganda and is considered to have very beneficial effects. Mulching of coffee is also recommended in the latter territory.

The ordinary native usage, particularly in the drier or semi-arid areas of East Africa, such as in the Kitui (Ukamba) district of Kenya, is to use dry crop residues, such as stalks of maize, sorghums, millets, etc., as a ground cover after harvest, but a good deal of the effectiveness of this practice is lost owing to the rapidity with which the material is destroyed by the action of termites. Apart from complete or partial mulching, which may or may not be done on the contour, in many parts of East Africa, it is either native or European practice which is advised by local Departments of Agriculture to lay residues such as maize stalks, etc., in rows at, or near the contour to check run of water and induce the settlement of eroded material.

In certain areas such as in the Sese Islands in Lake Victoria, where soil conservation is of great importance owing to the high population pressure, it is customary for all suitable material, including branches of trees, etc., to be laid carefully across the slope to check wash. The degree to which such simple measures are of value in securing the retention of the surface soil *in situ*, depends on many factors, but as usual, primarily on rainfall intensities and the absorptive capacity of the soil, together with such accentuating or qualifying characteristics as the length and severity of the slopes.

The natural sequence from the use of dead material placed as « wash-stops » is the planting of live material as hedges, contour lines, « buffer-strips », filter-strips, etc. Such practices are to be found throughout East Africa particularly in the native reserves, but also, to some extent, in the Europeans areas in the territories. Here again, the benefit derived from such methods varies according to the suitability of the practice to the conditions in the area; to the efficiency with which the work is carried out in the first place; and to the amount of attention to maintenance in subsequent years.

In many districts the intention is to develop a system of bench terraces through the deposition of eroded soil in a series of steps behind each vegetative barrier. In cases in which the vertical intervals which were used were too great or in which the rainfall intensities were very heavy or where maintenance has been done indifferently or not at all, the end result has been to concentrate erosion into a series of gullies which have rendered largely barren the area concerned. This is not to say, however, that the use of strips of grass to check erosion may not be helpful in areas of low rainfall intensity such as the Buganda Province of Uganda, in which contour strips of *Paspalum notatum* or of other suitable grasses, are popular with the Department of Agriculture.

In the past, contour lines of various tufty, coarse-growing grasses such as species of *Setaria*, *Sporobolus*, etc., have been used in some of the Kikuyu reserves but with doubtful benefit. Similarly, in the drier parts of Nyanza Province, near Lake Victoria, contour lines of species of *Aloe* have been used for similar purposes but equally without appearing to have much value.

Throughout the territories, Elephant Grass, otherwise known as Napier Grass, has been popular for use, particularly where slopes are steep and there is a definite intention of developing bench terraces. While there has been some complaint of edge effect, due to competition with crops by this strong-rooted grass, this is not the case where the grass is kept cut regularly, when about four feet high, for fodder or for laying at the base of the grass line to assist in filtering out eroded soil and building up, thereby, a bench terrace. Too often, however, failure to replant portions of such contour lines in which gaps have been left through the death of clumps of grass has led to failure of

soil conservation over whole fields, and increased loss of soil in such areas. It is quite certain that where this or other plants are used, they are of little utility without constant care and supervision.

In some of the Kikuyu reserves and in the Teita Hills the bushy *Coleus* spp. are more popular. These have considerable effectiveness if the hedges are kept trimmed and laid but the plant tends to be brittle and to break down under the pressure of the weight of accumulated earth. Apart from the usual troubles due to dying of plants, failure to replant misses, etc., there is a general tendency for natives to chop in too near to the bank with their hoes when cultivating fields, and so to endanger the life and security of the contour hedges and bench terraces.

Stone is used in some areas; sometimes, in rows which are more or less on the contour, purely as water spreaders; and sometimes in more elaborately built walls as a basis for bench terraces. However, it can be said with assurance that there are few Africans who are willing to give the necessary care and unremitting labour over many years, together with the great skill required, to establish stone walled terraces of the nature of those which safeguard hills and maintain slopes under cultivation in the Mediterranean countries, still less to carry out the immense protective works for which the ancient Aztecs of Peru are remembered.

A logical development of the contour lines of grass and the filter-strip or buffer-strip of grass a few feet to a few yards wide, is the practice of strip cropping which normally implies the use of alternate strips of arable land and grass land The grass strips may be placed just roughly across the slope (known in the U. S. A. as « field-stripping ») or the strips may be set on the contour. This latter system is being largely used in Uganda where the difficulty of utilization of grass land in the midst of arable crops has been met, in some part. by the placing of two fallow grass strips contiguous to one another to facilitate the erection of fencing and the use of the grazing.

Owing to an insufficient supply of heavy machinery for terracing work, this system of erosion control has also been used in the European areas of Kenya Colony by the Soil Conservation Service of the Department of Agriculture. Strips of grass forty feet wide are set on the contour alternately with strips of arable cultivation, varying in width from a hundred feet or so down to sixty feet on the steeper slopes In Kenya this system is only considered as a temporary measure however, until such time as broad based terracing of some description can be carried out. In some cases the grass strips are placed at such vertical and horizontal intervals as will allow of terraces being made later within the grass strips. Frequently the grass strips are left of such a width as to allow of a filter strip remaining above the constructed terrace bank and channel.

It has been found that the use of grass strips on the contour reduces erosion but does not prevent it in areas where high rates of

run off are likely from time to time. It is probably, however, that strip cropping with alternate strips of planted ley grass might be sufficient to protect the soil on fields where the slopes are not more than two or three per cent, and in which the arable rotation is sufficiently short to permit the maintenance of a good crumb structure in the soil, and a high absorptive capacity.

Within this group of measures could be included the use of cover crops, frequently used in contour strips, where such cover crops are planted particularly with the idea in mind of reducing erosion. Sweet potatoes are a very effective crop for this purpose, whether planted by accident or by intent as far as this aspect is concerned. A number of European farmers in Kenya are, in fact, using strips of sweet potatoes on the contour for the purpose of assisting in erosion control. Other crops which also contribute to the protection of the soil are the various Cucurbitous plants, including pumpkins and gourds, legumes such as *Dolichos Lablab*, cowpeas, and other similar plants. Small grains which are effective when winter planted in U. S. A., and other countries out of the tropics, have a more restricted value when planted in the tropics and sub-tropics, since they can only be planted after a dry season, which may be of some length and severity. However, wheat is sometimes planted alternately with strips of a row crop, such as maize, while in the native areas Finger millet, *Eleusine coracana*, gives a good cover to the ground for most of the period of its growth, although there is a dangerous time for erosion — as with all similar cereals — mainly before the crop has been planted and for a few weeks afterwards owing to the fine seed-bed which is required.

(c) The structures which are required for removing surplus water, generally require more care in setting out than the measures that have been mentioned previously. They usually entail, for example, use of more accurate instruments for the pegging of the grade lines, etc. In various parts of East Africa different instruments have been used such as road tracers, line levels, striding leg levels, and other more or less primitive devices, as well as more expensive and delicate instruments such as Dumpy levels, quick set levels and other instruments of this type.

BROAD BASE TERRACING.

This has found its maximum development in the European areas of Kenya Colony under the aegis of the Soil Conservation Service, a section of the Department of Agriculture which was formed at the beginning of 1938 and has operated, particularly in the European areas, on an increasing scale from 1940 up to the present time. Broad base terraces are built varying from fifteen feet to thirty two feet wide from the upper side of the back slope to the bottom side of the bank The type of terrace which is made is either that of the South-east of the U. S. A. or the Mid-west of that country. Terraces of the latter type are used on slopes up to eight per cent in wheat growing areas

as the wider terrace facilitates the use of harvesting combines. Broad base terraces are not usually made on slopes above twelve per cent, although on occasions slopes up to eighteen per cent have been terraced. The variable grade is used, as was described in a paper written by Maher for the Commonwealth Agricultural Bureaux Conference at Rothamsted in June 1948.

Level terraces have rarely been used owing to the high rainfall intensities which generally have to be dealt with, and the danger on some soils of water-logging.

The effectiveness of terraces of this nature is dependent on the maintenance of good soil structure to avoid excessive silting of the terrace channels, and upon efficient and continual maintenance by ploughing, reinforced at least every few years by the use of a light grader.

A small amount of broad base terracing has been done in native areas in Kenya, but this has been of dubious value, owing to the difficulty of securing the adequate maintenance of terraces, while there is difficulty in securing design of the terracing systems on a topographic basis in areas in which sub-division and fragmentation of holdings has occurred in marked degree, and in which there may be numerous and conflicting claims of ownership or right of occupation. In the European districts where land is of relatively high value, or where potential arable land only occupies a relatively low proportion of the total areas of the farms, it is customary for the terraces to be brought under cultivation and planted with crops, on the contour in the normal manner. However, where the land is lower in value and a high proportion of the farm land is cultivable, it has become customary, with the consent of the farmer, for narrow, steeper terraces to be made which are built with higher gradients in the channels, while both bank and channel are left under grass, and are not to be ploughed. In order to prevent or reduce silting of the terrace channels it is usual to leave a filter strip of grass, twenty five feet wide, just above the channel. An experimental development of this system is the use of alternate strips of grass and arable land, a hundred yards wide, to be alternated over three years, with substantial diversion ditches placed a hundred yards apart in such a manner that fifty yards of arable land and fifty yards of grass land intervenes between each pair of diversion ditches.

NARROW BASE TERRACES.

These consist of banks and channels which may be set on a gradient, but which are more usually set on a level contour. They are from four to six feet wide, usually have a capacity of three or four square feet compared with from seven to ten square feet in the broad base terraces which have been mentioned above. Terraces of the narrow base type are used widely in the native reserves of Kenya, in

Pyrethrum fields in the European areas, and in the gardens of resident labourers. As their ability to discharge water is limited they should not be longer than six hundred feet, assuming that both ends of the terraces are open. However, in native areas terraces are generally a good deal shorter than this. A drawback of these small terraces is that they cannot well be cultivated by plough, and maintenance, when under cultivation, must therefore be by hand. On occasions they are liable to become infested by running « couch » grasses, while in the effort to prevent the spread of these pestilent weeds natives are liable to cut into and seriously impair the effectiveness of these banks. At the same time it is difficult to plough the banks with single furrow ploughs, while the natives are often unable or reluctant to spare the necessary labour for the building up of these banks, from time to time, by hand. While broad base terrace banks may be kept in order by ploughing with two or three furrow ploughs with full spans of oxen as is done in the European areas, this necessitates the possession of well trained teams and a good deal of care. Particular difficulty would be experienced in ploughing narrower and steeper types of terrace banks.

BENCH TERRACES.

Bench terracing is employed on steeper land of over twelve per cent where the high value of the land for special crops such as fruit or vegetables, or the possibility of bringing areas of steep land under irrigation justifies considerable expenditure in keeping the land under crop. Similarly land which has a high economic value from the social aspect, owing to the pressure of population on the land, may be terraced at great labour, as in the Mediterranean countries and in many of the Asiatic countries, particularly where rice is grown under irrigation. The retaining walls of the benches may be of earth, protected by grass or other vegetation, or of stone. The bulk of the work may be done by machine or, more commonly, by hand. Probably it is only in Kenya Colony of the East African territories that bench terracing has been done by machine, D6 or D7 Caterpillar Diesel tractors being employed with angle dozers and No. 1 Caterpillar Terracers, and even in this country probably no more than a hundred acres or so have been done by a machine. The cost of terracing by machine a twenty five per cent slope with vertical intervals of three or four feet, is usually fifteen to twenty pounds an acre; of course, the cost is considerably reduced where only a portion of the land is set out in flat terraces under the modified bench terrace system. The gradients may be ordinary terrace gradients, or for irrigation purposes, 1 :200 or 1 :300. If the terraces are to be irrigated, they are made quite flat, but if they are merely for the prevention of erosion, they are given a tilt back into the hill side on a one per cent gradient, leading into small channels at the base of each retaining wall or « riser ». At the lower edge of each terrace there is a small bank six to nine inches high. The « risers »

have 1 : 1 slopes. Where similar work has been done by hand, it has been found that three hundred men-days are required per acre. Il the cost of labour is 1/— to 2/— per day, this means that such work would cost fifteen to thirty pounds per acre. So costs are very similar, and perhaps are more, where work is done by hand to where it is carried out by heavy machinery.

It is rare that bench terraces are built directly (in one operation) in the native reserves, owing to the large amount of labour involved. Where this has been done, it has sometimes been done by starting with contour walls, throwing the earth from above or sometimes by throwing earth into a bank from a ditch made just below the bank. More usually attempts are made either by the natives themselves, or under official guidance, to develop bench terraces gradually be means of holding up the earth behind contour walls or contour strips or hedges. The down-hill movement of the earth may be accelerated by throwing earth down-hill by ploughing with a hill-side plough. Alternatively, but more rarely, contour walls of stone may be built to retain the eroding earth, but this work is very laborious and, if done, is rarely done, as has been mentioned earlier, with a skill comparable to that exhibited by the Mediterranean races. The gradual development of bench terraces requires a constant attention which is not likely to be given by the average African cultivator; and broken down bench terraces may result in rapid loss of soil from hill-sides. Nevertheless, it has to be admitted that if steep hill-sides *must* be kept under arable cultivation owing to the pressure of increasing populations, it is unlikely that any method will be found other than bench terracing, which will enable the land to be kept under cultivation for an indefinite period of time, while bench terraces themselves under such circumstances will require heavy and continual manuring.

In conclusion it must be stressed that the choice of an appropriate soil conservation method for use in any particular area, cannot be decided upon without careful study by competent and experienced officers. Many factors must be born in mind, including the question of how the proposed methods would fit in with an overall land use plan and with the general farming methods to be employed in the area. The method must be efficient in preventing soil loss, while retaining the maximum amount of moisture in the soil for which a use can be found by the crops.

At the same time questions of economy in man-power or machine-time must be considered, and the available resources must have a bearing upon the final conclusion. This is not to say, however, that the soil conservation worker should be satisfied with the employment of so-called simple or palliative methods, the employment of which may result in no great space of years, in turning a once productive piece of land into a barren « no-mans-land ».

Mémoire concernant les mesures prises ou à prendre pour conserver aux terres à arachides leur potentiel de fertilité

par le

SERVICE DE L'AGRICULTURE DU SENEGAL.

I. — LES CONDITIONS AGROLOGIQUES.

LES SOLS

Sols sableux du Sénégal Occidental : Provinces du Cayor, du Djoloff, du Baol, grande partie des Cercles de Thiès et du Sine-Saloum. Prédominance de sable grossier dans le Cayor; prédominance de sable fin dans le Baol. Légère acidité constante. Pas de calcaire, le sable étant trop épais pour que les couches sous-jacentes puissent remonter en surface. Sols très pauvres en acide phosphorique assimilable et en matière organique, surtout en surface.

L'érosion éolienne présente, en saison sèche, dans ces terrains découverts et non protégés, une importance particulière, mais l'action de la pluie reste prépondérante : infiltration profonde des eaux provoquant l'entraînement des colloïdes et des bases; durant les fortes précipitations (août et septembre), ruissellement partiel, faisant couler les colloïdes vers les dépressions.

Sols sablo-argileux : Région du Bas-Saloum, de Sokone, Fatick. Egalement répandus dans le cercle de Thiès. Peu importants dans le Baol. Dans le cercle de Tambacounda, sur un substratum le plus souvent sableux, mais parfois alluvionnaire, de belles « terres rouges de savane » existent sur d'importantes superficies.

Tous ces sols sont également pauvres en acide phosphorique assimilable.

L'érosion éolienne y produit de moindres effets que sur les sols sableux; bien moins intensément cultivés, ils sont d'ailleurs mieux protégés et leur structure grumeleuse est meilleure. L'érosion pluviale verticale est elle-même plus réduite, mais sur des pentes supérieures à 2-3 %, le ruissellement peut être important et suivi de ravinements.

Le facteur climatique : Dans le Cayor, le Djoloff, le Baol, la saison humide est très concentrée; interviennent à la fois le total des précipitations et leur répartition durant cette époque.

Louga	372 m/m 9; 38 jours de pluie (1947)
	moyenne décennale : 444 m/m 7.
Kébémer	353 m/m 8; 30 jours de pluie (1947)
Diourbel	446 m/m 8; 42 jours de pluie (1947)
	moyenne décennale : 677 m/m 5.

Dans le Sine, le Bas Saloum, le total des précipitations durant la saison humide est généralement suffisant; intervient seule leur répartition.

Fatick	670 m/m 2, 44 jours de pluie (1947)
	Moyenne décennale : 785 m/m 3.
Nioro du Rip	1.114 m/m 2, 56 jours de pluie (1947)
	Moyenne décennale : 904 m/m 4.
Kaffrine	648 m/m 2, 46 jours de pluie (1947)
	Moyenne décennale : 745 m/m 7.

Partie est du Sine saloum, Cercle de Tambacounda, pluviosité satisfaisante en quantité et répartition.

Koungheul	956 m/m 4, 48 jours de pluie (1947)
	Moyenne décennale : 819 m/m 4.
Tambacounda	893 m/m 4, 68 jours de pluie (1947)
	Moyenne décennale : 1004 m/m 3.

II. — LES PRATIQUES CULTURALES.

D'importantes superficies du Sénégal Oriental, Cayor, Bayol, en particulier, ont été inconsidérément déboisées, durant la période « d'entre les deux guerres » qui a été marquée par l'accroissement considérable de la production de l'arachide; production provenant uniquement d'une culture extensive. Actuellement encore, alors que dans le Baol (zone Sud et Sud-Ouest), *Faidherbia albida* en particulier s'implante dans les champs, le Cayor reste particulièrement dénudé.

La préparation des terrains aux cultures intervient en avril-mai; destruction par le feu de la faible végétation herbacée ou semi-ligneuse (rejets de souches) qui est rassemblée en tas. Les semis débutent fin juin et se poursuivent ou se renouvellent souvent jusqu'à fin juillet suivant le rythme des pluies. Deux, quelquefois trois binages, interviennent en cours de végétation et les récoltes se succèdent de la mi-octobre à la fin décembre pour les pénicillaires tardifs et sorghos. Les champs d'arachides sont laissés nus, les tiges de mils restent le plus

souvent dressées sur les surfaces les ayant portées. Peu fréquemment encore, le niébé (cow-pea) paraît associé au mil et recouvre les terres jusqu'en janvier-février.

Les successions culturales, quand elles sont pratiquées, comportent arachides et mils qui alternent annuellement ou bien se succèdent sur 2 ans seulement, durant, très généralement, une période de 4 ans.

1re année :	arachide		arachide
2me année :	arachide	ou	mil
3me année :	mil	bien :	arachide
4me année :	mil		mil

Rarement dans les sols particulièrement épuisés, la jachère intervient (1 an, 2 ou 3 ans) après cette succession culturale. Le plus souvent, celle-ci est reprise une deuxième fois (exceptionnellement une troisième fois) et les terres, profondément fatiguées, sont laissées en jachère, 3 ans en général.

Presque toujours, la culture d'exploitation, l'arachide, vient en tête d'assolement et est prépondérante. Dans le cercle du Sine Saloum, en 1947, les superficies consacrées à l'arachide qui ont été de l'ordre de 300.000 ha., ont dépassé d'au moins 100.000 ha la production des mils.

En pays sérère, où l'alternance des cultures est annuelle, le niébé (Cow-pea des Américains) est parfois associé au mil, les jachères sont pâturées par le bétail : une légère restitution est ainsi opérée; assez rarement, ces jachères sont ensemencées à la volée en *Cassia occidentalis*. Chez le cultivateur Ouoloff, aucune restitution n'intervient.

III. — LES MESURES PRISES OU A PRENDRE.

Pour lutter contre l'érosion éolienne, maintenir dans les champs en culture familiale, pratiquée à l'aide de petits instruments attelés, un certain nombre d'arbres, *Faidherbia albida* en particulier, sub-spontané dans toute la zone de production de l'arachide; cette pratique se développe dans l'ouest du Baol, notamment. La structure grumeleuse du sol doit être obtenue par l'humification de la matière organique : engrais vert entrant dans l'assolement. Des expériences sont en cours, et des charrues d'un poids adapté au bétail de traction permettront de réaliser l'enfouissement nécessaire.

Il semble que l'utilisation de la charrue doive se limiter à ce seul objet. En culture mécanisée, se réalise la culture en bandes, des rideaux d'arbres étant ménagés et, le cas échéant, enrichis, pour servir de brise-vent.

A peu près dans toute la zone de culture de l'arachide, la pluviosité annuelle autorise l'enfouissement d'un engrais vert. Pour pousser à l'humification il restera vraisemblablement possible d'adjoindre un engrais azoté à la matière organique au moment où elle est incorporée au sol.

L'entraînement marqué des bases en profondeur par les pluies, dans les terrains fortement sableux, est peu compensé par le phénomène inverse; la remontée par ascension capillaire en saison sèche se fait mal par des « canaux » très gros et discontinus.

Bien souvent le sol, de 30 à 50, 60 cm., est plus riche en matière organique que la surface : peut-être phénomène d'illuvions et destruction rapide de la matière organique sous l'influence du climat. L'apport régulier de matière organique, engrais vert entrant dans l'assolement permettra de reconstituer et de maintenir le stock d'humus

Dans toutes les régions où la répartition des pluies est plus ou moins irrégulière, l'humus donnera aux sols un pouvoir de rétention élevé vis-à-vis de l'eau.

Ainsi le rôle de la matière organique doit s'avérer prépondérant dans tous les sols légers du Sénégal.

Ceux-ci présentent également une carence grave en acide phosphorique et très généralement, une réaction légèrement acide. Des gisements de phosphate tricalcique, en voie d'exploitation dans la région de Thiès, devront permettre d'amender ces terres; des expériences sont en cours à ce sujet.

Des essais d'engrais de « plein champ » doivent également intervenir, dès 1949, dans des zones particulières selon des formules ayant fourni, en station, des plus-values intéressantes : étude technique en même temps qu'économique de leur emploi.

La question de l'assolement reste des plus importante; on étudie, dans la zone de grande production de l'arachide, la succession :

— Mil-niébé en culture associée,

— Arachide,

— Jachère à engrais vert.

Le niébé, semé fin août début septembre dans le mil, maintient couvert le sol jusqu'en janvier. Les tiges de mil sont elles-mêmes couchées et conservées à terre après la récolte des épis.

La prédominance est donnée à la plante alimentaire qui vient en tête de rotation, pour des raisons locales.

Le but poursuivi est d'obtenir, à l'unité de surface, un rendement accru; de pratiquer une culture plus intensive, donc de limiter les

déforestations et défrichements, c'est-à-dire les dégradations de sol du fait de l'érosion, en donnant au producteur les moyens de réaliser une « bonne culture », la vulgarisation suivant l'expérimentation après que celle-ci a fourni des conclusions.

Le Gouverneur du Sénégal a créé récemment un Collège Technique d'Agriculture : un de ses buts premiers est la formation d'agriculteurs qui seront installés sur le territoire, avec l'aide de l'Administration et qui utiliseront des moyens modernes dans un cadre coopératif.

Et sur l'ensemble de la population rurale, la seule action possible doit être basée sur une propagande mettant en valeur des notions qui n'existent encore que pour de trop rares cultivateurs; ainsi la notion du maintien de la fertilité des sols. Cela nécessite une démonstration pratique effectuée en de très nombreux points, par un cadre de vulgarisation possédant à la base une formation poussée et ayant l'ardent désir de se consacrer à une tâche délicate et souvent obscure.

Il reste que l'un des obstacles les plus difficiles à surmonter est la conséquence du régime foncier, la propriété individuelle du sol étant, par la stabilité et la continuité qu'elle assure, à la base d'une exploitation du sol « en bon père de famille ».

Il est toutefois possible d'envisager une organisation collective où les cultivateurs groupés en coopératives auront les moyens d'améliorer leur mode d'exploitation du sol. L'expérience en cours fournira de précieux enseignements; c'est certainement le système qui heurterait le moins les coutumes et les traditions des races qui forment la majorité au Sénégal.

Les Systèmes de Cultures et la Fertilité des Terres

E. H. J. STOFFELS,
Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux,
Ancien Directeur de la Station expérimentale de l'INEAC
à Mulungu-Tshibinda,
Conseiller technique à l'INEAC.

L'économiste Lecouteux entend par « systèmes de cultures » la mise en équilibre de tous les produits, de toutes les forces naturelles et artificielles qui sont, les uns, le but de la production, les autres, le moyen de produire.

Pour Ch. Flahaut, le but de toute culture est de donner à l'homme les produits végétaux les mieux appropriés à ses besoins et au milieu dans lequel il vit; elle doit assurer le maximum de production pendant un temps aussi long que possible et en tenant compte des conditions spéciales à chaque lieu.

Un système de culture comporte un ensemble de méthodes par lesquelles l'homme adapte les plantes et les animaux à ses besoins et au milieu; il est à la base de la civilisation acquise, il reflète la nature du pays et les mœurs des habitants.

L'homme a fait de l'agriculture, d'abord pour subvenir à son alimentation et ensuite, a d'autres besoins. Pendant que l'individu travaille pour l'unique subsistance de sa famille, une civilisation ne peut se créer. Les sociétés humaines progressent lorsqu'une partie de la population se libère du travail agricole pour se consacrer à d'autres buts, tels : la confection de vêtements, la fabrication d'ustensiles de ménage, etc. Une haute civilisation s'acquiert lorsque, libéré pour une large part des besoins matériels, l'homme peut se vouer aux arts. Les sciences ne sont qu'un moyen pour atteindre ce but.

Les systèmes de cultures ont varié au cours des âges et les périodes de cette évolution précèdent des stades successifs et progressifs des sociétés humaines en marche vers la civilisation.

Les premiers hommes vécurent des produits de la cueillette, plus tard, ils taillèrent dans le bois des armes pour se défendre contre les animaux sauvages, dont les plus utiles furent assujettis à leurs besoins.

La vie nomade était pleine de hasards et de difficultés, et le premier essai d'agriculture consista à grouper sur une surface restreinte les plantes utiles éparpillées sur de grandes étendues. Des céréales étaient semées aux environs des habitations, mais bientôt les productions diminuèrent sensiblement et la terre devait être abandonnée pendant de nombreuses années avant de redevenir fertile. Ainsi, dès les premiers semis apparut la difficulté du maintien de la fertilité des terres et au cours des âges, ce problème se pose sans cesse, mais avec plus d'impératif à chaque tournant de l'évolution des sociétés humaines, lorsque la production à l'unité de surface et à l'unité de travail doit augmenter.

L'homme, d'errant qu'il était, devint nomade et la vie pseudo-nomade, caractérisée par des jachères improductives de longue durée, précède la vie sédentaire.

Ces états primitifs de sociétés humaines se retrouvent en Afrique: c'est l'agriculture des pygmées ou negrilles, c'est celle plus avancée, des bantous.

Une civilisation ne peut naître que d'une agglomération d'individus aux activités diverses, et le groupement ne peut s'établir que lorsque la vie pseudo-nomade devient sédentaire Le pseudo-nomade ne se fixera que si la fertilité des terres est continue. Aussi, les premières civilisations humaines virent-elles le jour aux bords des grands fleuves, dans le delta du Nil, plus tard en Mésopotamie, parce que les boues amenées par les inondations assuraient la fertilité ininterrompue des terres.

De l'observation et de l'expérimentation découla une technique agricole caractérisée par le choix des espèces adaptées, le travail du sol, l'application de cendres et de fumier. Grâce à ces connaissances, l'homme put s'éloigner des grands fleuves. L'agriculture romaine couronne ce stade d'évolution. A cette époque, la longue période de jachère avait pu être réduite à un an, mais la population augmenta et par le fait même, les besoins alimentaires. Le grand problème du moment fut de pouvoir supprimer l'année de jachère improductive sans ruiner la fertilité des terres. Virgile, qui avait remarqué que les légumineuses bonifient le sol, suggéra de remplacer la jachère constituée de plantes spontanées par des légumineuses fourragères et le nombre de têtes de bétail put être augmenté. Ainsi apparaît l'assolement biennal en vogue jusqu'au dix-huitième siècle; il évolua vers l'agriculture moderne après les découvertes de Lavoisier et de Liebig.

La disparition de la jachère improductive à longue révolution a permis l'apparition d'agglomérations en tous lieux fertiles et constitue le point de départ des civilisations. C'est un événement de l'agriculture et de l'histoire humaine; il peut servir de base à la classification des systèmes de cultures. Ceux-ci constituent des solutions au problème de la fertilité des terres posé sous diverses formes, composé des mê-

mes données, mais de grandeur et d'ordre différents. Ils sont à considérer comme incomplets lorsque sur une même surface la culture de groupements artificiels de végétaux est interrompue. Ils sont complets lorsque cette culture est continue et permet de pourvoir à la subsistance et aux divers besoins de l'homme d'une façon ininterrompue.

Les systèmes de cultures incomplets sont le plus souvent extensifs et la production à l'hectare est, en général, réduite. De grandes étendues sont toujours nécessaires à la révolution de leurs assolements.

Le système de culture complet caractérise l'agriculture sédentaire et la naissance des grandes agglomérations. Son intensité est variable et la production à l'hectare est en progression depuis son début.

Depuis les premiers âges, l'agriculture tend à subvenir aux besoins alimentaires de l'homme avec une surface minimum et une dépense minimum d'énergie.

Ainsi conçue, la classification des systèmes de culture se présente dans l'ordre suivant :

I. — ABSENCE DE CULTURE ET D'ELEVAGE

C'est le système des négrilles. Ils se nourissent des produits de leurs chasses et de leurs pèches auxquels s'ajoutent les aliments provenant de plantes sauvages comestibles. F. L. Hendrickx (2) signale, entre autres : *Dioscorea* div. sp., *Amarantus viridis* L., *Cleome ciliata* SCHUM, etc., et certains champignons : *Hirneola auriculata Judea* (L.) BERK., *Schizophyllum commune* FRIES et quelques autres agaricacées.

Les négrilles sont des errants qui se déplacent sans système; ils sont à l'avant-plan de l'évolution humaine, ils précèdent le stade nomade.

II. — SYSTEMES DE CULTURE OU D'ELEVAGE INCOMPLETS

A. ELEVAGE SANS AGRICULTURE.

C'est l'élevage du renne dans les toundras, des bovins dans les pays subtempérés chauds et les régions tropicales. Les Masaï que j'ai pu observer dans le Tanganyika Territory vivent de laitage, de sang frais ou coagulé. Ils ne mangent jamais de viande de bœuf ou d'animaux sauvages. Ce sont des pasteurs nomades qui occupent les contreforts du Kilimandjaro, ils ne se déplacent pas au hasard et sans but précis, comme les négrilles, mais vers des meilleurs pâturages pour leurs troupeaux.

B. AGRICULTURE SANS GROS BETAIL OU AGRICULTURE ET ELEVAGE SANS CONNEXION.

1. *Agriculture sans élevage avec jachère forestière à longue révolution.*

C'est le système utilisé par tous les peuples primitifs de la grande sylve tropicale. Je l'ai vu pratiquer, suivant les mêmes procédés, par les Bantous de l'Afrique et les Bataks de Sumatra. La houe est le prin-

cipal outil de travail, et à part l'abatage de la forêt et l'incendie, les travaux agricoles sont exécutés par les femmes, ce qui est une caractéristique de l'agriculture néolithique. La terre est cultivée pendant deux à trois ans et la durée de la jachère varie de vingt-cinq à cinquante ans. Cette jachère se compose d'associations végétales arborescentes de remplacement. Ainsi, à la longue, la fertilité est rendue à la terre, mais ce système ne permet pas l'établissement d'agglomérations importantes.

Des peuplades souvent guerrières, tels les Azandés de l'Uele (Congo Belge) cultivent le sol jusqu'à son épuisement; la terre, étant alors abandonnée, ne se couvre plus d'une jachère protectrice et est à jamais perdue pour l'agriculture.

En 1874, le Gouvernement des Indes Néerlandaises interdit, à Java, le système avec jachère forestière à longue révolution; il ne put le faire chez les Bataks de Sumatra. « Tout système de culture est la résultante de conditions de milieu situé dans l'espace et dans le temps ». L'agriculture de ces deux peuples est située dans le même milieu, mais dans le temps, la civilisation des uns a plus évolué que celle des autres.

Les systèmes avec jachère forestière à longue révolution relèvent de l'agriculture extensive, mais la méthode intensive ne leur est pas incompatible.

La culture du tabac dans la région de Déli à Sumatra occupe le sol pendant quarante jours et est suivie d'une jachère forestière d'une durée de huit ans. C'est un exemple de système de culture incomplet et intensif. Le tabac de Déli à croissance rapide et vigoureuse produit des feuilles souples et élastiques, le rendement à l'hectare est élevé et le produit de qualité.

2. *Système de culture avec jachère semi-ligneuse ou herbacée. Elevage sans connexion avec l'agriculture.*

Les habitants des savanes dans les pays tropicaux brûlent les herbes, labourent la terre, sèment et plantent leurs cultures d'arachides, de sorgho, de maïs, de coton, de manioc. Des jachères de six à douze ans succèdent à la dernière récolte. Parfois ils élèvent des troupeaux de bétail en vue de la production de lait et de viande, mais le fumier n'est pas utilisé pour fertiliser les terres. D'après J. Lebrun (3), les savanes de la plaine de la Ruindi-Rutshuru (Congo Belge) sont des groupements permanents de végétaux mais non immuables, en voie d'évolution vers le climax.

Au Congo Belge, dans les régions subéquatoriales et subtropicales, des brousses hautes de 2 à 5 mètres couvrent le sol; elles se composent d'associations végétales serrées, herbacées et semi-ligneuses; elles semblent représenter un stade évolutif d'associations végétales en voie de transformation. Les expériences réalisées à la Station de l'INEAC à

Mulungu (5) laissent prévoir que les brousses évoluent vers une association végétale arborescente, mais les incendies fréquents les transforment en prairies semi-naturelles d'herbes sociales vivaces (*Imperata cylindrica, Digitaria abyssinica, Hyparrhenia* sp., etc.).

L'indigène, pour cultiver, abat et brûle la brousse qui souvent couvre un sol riche en humus. Les cultures se succèdent pendant deux ou trois ans et ensuite, la terre est rendue pour une période variant de cinq à douze ans à la végétation spontanée. Ce système, en usage chez les Bantous des régions orientales élevées du Congo Belge, a été pratiqué en Europe jusque vers la fin du moyen âge.

Les terres des régions subéquatoriales et subtropicales s'enrichissent rapidement en humus, à la condition d'être protégées contre l'érosion et le soleil. Le climat et le sol présentent souvent des conditions de culture plus favorables que celles des régions tempérées ou des régions tropicales; une température moyenne de 20° C. facilite la décomposition des matières organiques sans la précipiter et sans les détruire complètement, comme dans les pays tropicaux. Au contraire, dans les pays tempérés, une température moyenne de 12° est insuffisante pour produire de l'humus à partir des matières semi-ligneuses cu ligneuses, et seules, les matières herbacées riches en azote, entrent en action. Dans les régions d'altitude, la lumière est aussi plus riche en rayons ultra-violets, les pluies et l'humidité atmosphérique sont favorables. Autant de raisons qui étayent les vues de Vavilov (8) qui situe les centres d'origine géographique des plantes cultivées dans les régions montagneuses tropicales et subtropicales des deux hémisphères.

Aussi, dans ces régions, la jachère est moins longue que dans la zone tropicale; elle n'est, en moyenne, que d'environ six ans. La mise en connexion de l'élevage avec l'agriculture, la protection des terres arables contre l'incendie et l'érosion, l'exploitation rationnelle des herbages, la mise au point des rotations, la sélection des espèces sont des mesures culturales qui peuvent faire évoluer rapidement cette agriculture incomplète vers un système complet.

3. *Cultures dans les pays inondés naturellement pendant la saison des pluies et faites pendant la durée de l'inondation.*

Les cultures se font sur des billons élevés dépassant le niveau des eaux qui occupent le fond des sillons pendant que les plantes se développent. Le sorgho se cultive ainsi dans le Moyen Chari et le riz dans certaines régions de l'Asie. Après la récolte et le retrait des eaux, une végétation herbacée de jachère apparaît.

4. *Cultures des terrains inondés naturellement faites après le retrait des eaux.*

La mise en culture se fait dans un sol à l'état de boue. Après la récolte, il durcit et se crevasse; la végétation adventice se dessèche et

répand ses graines. Cette jachère est appelée « charagi » en Egypte. Les eaux d'inondation découvrent à nouveau les terres pendant une période plus ou moins longue, jusqu'à la prochaine culture.

5. *Cultures en dry farming.*

C'est une méthode adaptée aux steppes semi-arides. La plantation se fait à grand écartement sur une terre bien ameublie, les binages sont nombreux. Après la récolte, le sol est laissé un ou deux ans en jachère et de rares mauvaises herbes apparaissent. C'est une forme de l'agriculture berbère de l'Afrique du Nord et des Indiens des régions arides de l'Amérique. Comme tout système de culture, il est adapté à certains milieux et il serait irrationnel de l'appliquer à d'autres afin de conserver l'eau dans le sol. La jachère nue est un résultat du climat mais le clean weeding est à condamner là où le sol peut se couvrir d'une couverture végétale, source d'humus, qui augmente son pouvoir rétentif.

6. *Cultures en terrasses des régions montagneuses.*

Les cultures en terrasses existent dans les systèmes d'agriculture complet et incomplet. Le terrain est aménagé en terrasses horizontales et superposées pour éviter l'érosion et faciliter les travaux. La végétation primitive a été éliminée et il ne subsiste que des groupements de plantes adventices. La jachère dure de un à six ans suivant la fertilité du sol. Ce système est parfois pratiqué aux Etats-Unis sous forme de « contour-ridging », en Malaisie, en Afrique, au Kenya, au Kivu, au Ruanda, par les Indiens de la Cordillère des Andes et sur les côtes de la Méditerranée.

7 *Système de culture comportant des champs permanents et du bétail.*

La jachère improductive subsiste mais l'élevage est en connexion avec l'agriculture; d'ailleurs, ce n'est qu'exceptionnellement que le sol est laissé en friche après quelques récoltes. La végétation primitive a été exterminée et remplacée par des plantes messicoles. Des prairies permanentes sont aménagées pour le bétail.

III. — SYSTEMES DE CULTURE OU D'ELEVAGE COMPLETS

Les systèmes de culture complets relèvent le plus souvent de l'agriculture intensive; ils apparaissent avec la naissance et les nécessités des agglomérations humaines.

Pourtant, des systèmes incomplets peuvent être intensifs, telle la culture du tabac à Sumatra pratiquée par l'agriculture capitaliste.

Dans le système complet, le sol est cultivé en permanence et sa fertilité est maintenue par un ensemble d'opérations, par des irrigations, des applications de fumiers, d'engrais verts, de cendres, d'engrais minéraux. Par la sélection, les genres, espèces et variétés sont adaptés au milieu et pour un prélèvement donné d'éléments biogènes,

un maximum de produits est obtenu. La rotation des cultures, les méthodes de multiplication, les labours, l'écartement, les soins d'entretien, toutes les opérations culturales sont conçues et exécutées afin d'assurer et de maintenir la continuité de la fertilité des terres. C'est le travail, l'observation, l'expérimentation, la prudence, la ténacité des générations paysannes et des chercheurs qui a conduit l'agriculture primitive vers les méthodes perfectionnées des systèmes de cultures complets. Ils peuvent se classer de la façon suivante :

1. *Cultures herbacées avec assolements.*

C'est la culture des céréales et autres plantes sarclées dans les pays tempérés. C'est celle de la canne à sucre et du riz dans les pays chauds. Dans le sud des Etats-Unis, c'est le coton en rotation avec des céréales et des légumineuses.

Les assolements sont, en général, quadriennaux, triennaux, biennaux et parfois même annuels. Dans le canton suisse des Grisons, des pommes de terre et du seigle se succèdent depuis trois siècles et dans le Valais, le seigle se cultive dans les mêmes champs depuis aussi longtemps. La proportion de terres cultivées est minime par rapport aux pâturages et au nombre de têtes de bétail et la fertilité des sols est assurée par des doses massives de fumier.

2. *Cultures de plantes ligneuses occupant le sol pendant de longues années.*

Ce sont les plantations d'hévéas, d'elaeis, de cocotiers, de cacaoyers, de caféiers dans les pays chauds.

Le sol doit être couvert d'un tapis épais composé d'associations de dicotylées favorables. Les essences sciaphiles et héliophiles tolérantes sont ombragées, si leur habitus le permet, afin d'équilibrer les phénomènes de photosynthèse et la nutrition minérale. De plus, les arbres d'ombrage protègent le sol des pluies battantes et du soleil et ils produisent des matières vertes.

Dans les pays tempérés, c'est la culture de la vigne et des arbres fruitiers, et là, au contraire des pays chauds, le sol est exposé aux agents atmosphériques.

3. *Cultures en mélange.*

Elles réunissent sur une même surface plusieurs essences végétales dont les groupements peuvent être considérés comme suit :

a) CULTURES INTERCALAIRES. — Elles comportent une culture principale et une culture secondaire qui s'établit dans les interlignes de la principale.

Le système est en usage dans la Basse-Normandie où des champs de céréales sont semés entre des pommiers. Si les cultures secondaires sont semées régulièrement chaque année, elles ne sont plus à considérer comme cultures dérobées. Dans les pays chauds, des caféiers sont

intercalés entre des hévéas ou des elaeis, des muscadiers entre des cacaoyers.

b) CULTURES DÉROBÉES. — Ce sont des cultures que l'on prend furtivement; elles sont de courte durée et se font entre deux cultures principales ou avant l'entrée en rapport d'une culture principale.

Par exemple, un semis de sésame, de haricots, de pois, d'arachides avant la culture du caféier ou du quinquina. Une culture de quinquinas entre des aleurites avec abatage à culée noire et récolte des écorces après trois ans de plantation. Culture de caféiers dans les hévéas et enlèvement des buissons dès l'entrée en rapport des hévéas.

c) CULTURES MIXTES. — Dans ce système, toutes les plantes revêtent la même importance.

Aux Indes, on sème en cultures mixtes le sésame et les pois, le sésame et les haricots ou le sorgho. Le kapokier est planté avec le cacaoyer, à raison de deux lignes accouplées de kapokiers distantes de 30 mètres des deux suivantes; et dans l'intervalle, les cacaoyers. C'est aussi le système des oasis où plusieurs cultures se trouvent sous les dattiers.

4. *Cultures en vue de la nourriture des animaux domestiques.*

a) PATURAGES. — Ce sont des prairies qui ont conservé en partie leur végétation primitive. En général, l'éleveur y pratique le « ranching ». Ce sont les pâturages des régions orientales de l'Afrique et aussi ceux de la Bolivie, de l'Argentine, de l'Australie. Leur fertilité continue est due à la nature des associations végétales; elle est assurée par de grandes étendues par tête de bétail.

b) PRAIRIES DE FAUCHE. — Sont des pâturages aménagés en vue de la production de foin.

c) HERBAGES PATURÉS. — Sont des prairies non fauchées où le bétail est maintenu presque toute l'année; un climat pluvieux leur est favorable. L'éleveur y pratique le « stocking ».

d) PRAIRIES ARTIFICIELLES. — Elles comportent dans les régions tempérées les champs de luzerne et de trèfle et autres plantes fourragères; dans les pays chauds, des champs de maïs ou de Pennisetum, de maïs et de soya, de maïs et d'arachides.

5. *Cultures irriguées.*

Ce sont des cultures irriguées par un système artificiel de conduites d'eau, telles la riziculture en Espagne et en Italie, la culture de la canne à sucre suivie de riz à Java (assolement biennal).

6. *Cultures en milieu aquatique.*

Le riz flottant est cultivé dans certains lacs du Cambodge et il peut produire avec une hauteur d'eau de 5 m. à la condition que l'élévation journalière de l'eau ne soit pas plus rapide que la crois-

sance de la plante. La culture du Lotus de l'Inde, qui produit les fèves d'Egypte, celle de *Trapa bicornis* sont aussi des cultures aquatiques.

7. *Cultures potagères.*

Elles sont situées à proximité des grandes villes et relèvent de l'exploitation intensive. La terre, profondément modifiée par des apports massifs de fumier et d'engrais minéraux, est de teinte noire.

8. *Cultures artificielles.*

a) Les cultures sous abris vitrés pratiquées en pleine terre ou en pots relèvent de cette méthode; elles concernent la floriculture, les cultures potagères et fruitières en vue de la production de récoltes hors saison.

b) Les cultures hydroponiques. Les plantes ne sont pas cultivées dans un sol mais dans un substratum stérile fait d'abord de sable ou de cailloux et plus tard d'un silicate hydraté d'alumine et de magnésie, chauffé à 2,000° F. Les racines des plantes sont mises en contact avec une solution nutritive. Ce système a débuté aux Etats-Unis où il est pratiqué sur plusieurs hectares. Il rendit de grands services à l'armée américaine lors de la dernière guerre en produisant rapidement des légumes dans les milieux les plus éloignés et les moins fertiles.

9. *Systèmes forestiers.*

Ils concernent les forêts naturelles et les forêts plantées.

OUVRAGES CITES OU CONSULTES

1. CHEVALIER, A — *Les principaux systèmes de culture du globe* « Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Coloniale » 31 mars 1926, n° 55.

2. HENDRICKX, F.-L. — *Plantes alimentaires et agriculture des régions d'altitude du Kivu.* C. R. de la « Semaine Agricole de Yangambi » (du 26 février au 5 mars 1947). Publications de l'INEAC

3. LEBRUN, J. — *La forêt congolaise et les méthodes culturales indigènes* « Journées d'Agronomie Coloniale ». Bruxelles, 1933, p. 326
 — *La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard.* Publ. Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge (1948). (« Mission Lebrun », fasc 1)

4. LEPLAE, Edmond. — *Traité d'Agriculture Générale.* Librairie Universitaire, Louvain.

5. STOFFELS, E. H. J. — *Rapport annuel 1936 de la Station de Mulungu-Tshibinda* (INEAC).
 — *L'indigène et la rénovation de son agriculture en pays de montagnes* (« Rev. Agricole Colon. », n° 3, 1945).

6. STUART, NEIL W. — *Growing Plants without Soil.* « The Scientific Monthly ». Vol LXVI, April 1948, n° 4.

7. VANDERIJST, H. — *Essai de classification des principaux systèmes de cultures pratiqués en Afrique Occidentale.* « Revue Congo ». Tome II, n° 3, octobre 1922.

8. VAVILOV, N. I. — *Studies on the origin of cultivated plants.* Leningrad, Inst. Bot. appl. et Amélioration des plantes.

Un problème urgent à résoudre

par

R. VANDENPUT,
Ingénieur Agronome,
Chef du Service Agricole de la Compagnie du Congo
pour le Commerce et l'Industrie (C. C. C. I.).

La Conférence Africaine des Sols réunira, sans doute, un grand nombre d'experts, spécialistes des questions relatives à la connaissance des sols et à leur exploitation rationnelle.

Leurs débats ne manqueront pas d'apporter de nouvelles et précieuses contributions dans ce domaine.

Il nous paraît cependant utile qu'indépendamment des études à caractère purement scientifique, certains problèmes, essentiels, à notre avis, pour le développement rationnel de l'agriculture congolaise, soient mis en relief et retiennent spécialement l'attention.

Sans la solution de ces problèmes, l'agriculture devra continuer à se baser, en partie, sur un empirisme qui a déjà provoqué trop de mécomptes.

Parmi ces problèmes, le plus urgent à résoudre dans le domaine de la connaissance des sols est constitué, pensons-nous, par la caractérisation précise de deux valeurs de base :

1° On est habitué d'entendre qualifier un sol de « bon » ou « médiocre ». Cette appellation est généralement complétée par des données qui, il y a quelques années, pouvaient paraître suffisantes, mais qui, à la lumière des connaissances actuelles, s'avèrent être trop vagues et souvent pleines de dangers pour le planteur.

Les sols doivent, tout d'abord, être divisés en deux grandes catégories :

a) Les sols agricoles susceptibles de porter avec profit l'une ou l'autre culture;

b) Les sols impropres à la culture.

Nous ne parlerons que des premiers. Ceux-ci doivent à leur tour être classés suivant leur vocation.

C'est ici que le problème se complique, car pour arriver à cette classification, il faudrait pouvoir assigner à chaque sol des caractéristiques chiffrées propres.

Le grand nombre de facteurs dont l'interréaction constitue en finale la résultante « sol », rend quasi impossible de traduire la valeur de celui-ci ou sa vocation par une formule. Nous estimons cependant que les qualités d'un sol doivent pouvoir être déterminées avec précision. En ce moment, les bulletins d'analyse nous fournissent, certes, des chiffres exacts. Mais ces chiffres correspondent-ils à une réalité? Traduisent-ils fidèlement les caractéristiques du sol examiné? Nous n'en sommes pas convaincu, car la technique généralement mise en œuvre pour déterminer ces caractéristiques trouve son origine dans les méthodes métropolitaines. Or, au Congo, nous avons affaire à des types de sols très différents, au sujet desquels les connaissances sont encore limitées.

Cette affirmation est-elle exagérée? Nous ne le croyons pas. Si les méthodes d'analyse étaient réellement au point, nous n'assisterions pas aux discussions mettant en cause leur opportunité ou leur technique d'exécution. Si la connaissance des sols congolais était plus réelle, les diverses théories relatives à leur dégradation auraient fait place à une explication valable pour toutes les conditions et peut-être aussi la résolution du problème de la restitution minérale serait-elle plus avancée.

De ce qui précède, nous pouvons donc tirer une conclusion logique : le sol est imparfaitement connu et sa caractérisation au moyen des méthodes actuelles est trop vague, si pas erronée.

Nous sommes convaincu que tout le problème doit être repris à la base. Cela nous paraît même une nécessité impérieuse et urgente, car, à défaut de ces données, on ne pourra jamais entreprendre la détermination de la seconde valeur de base, à savoir :

2° La caractérisation des sols en fonction des cultures. Cette caractérisation constitue l'aboutissement normal et nécessaire de l'étude des sols.

Elle aura pour but de déterminer pour chaque sol sa « vocation ». Ce terme qui, en Belgique, pays d'agriculture intensive, a acquis une signification assez précise à la suite d'une longue expérience culturale, n'a que peu ou pas de signification au Congo.

Sait-on ce que doit être une terre à vocation palmiers ou caféiers? L'expérience nous a montré que pour assurer une croissance apparemment normale aux différentes plantes, il fallait des sols plus ou moins légers ou plus ou moins lourds suivant la culture envisagée, une richesse aussi élevée que possible en humus et en matières minérales. Mais ce que l'expérience ne nous a pas encore appris à connaître, c'est la pro-

duction à escompter des divers sols, ce qui, cependant, en dernière analyse, doit être le facteur décisif dans le choix des terres.

Nous savons que dans ce domaine il faudra encore de nombreuses années avant d'arriver à plus de précision. La meilleure connaissance des terres restera encore longtemps à la remorque de l'exploitation, alors qu'il est indispensable que ce soit le contraire qui se produise.

Lorsque la première valeur de base, la détermination exacte des caractéristiques des sols, sera acquise, on pourra enfin préciser progressivement la vocation particulière des sols par la mise en regard des caractéristiques et des productions.

Il est évident que ce travail devra être entrepris régionalement, car l'extrapolation des résultats et leur application à des régions climatiques différentes conduiraient à de lourds mécomptes.

En ce qui concerne la caractéristique du terme vocation, il nous paraît utile de mettre en relief quelques points destinés à mieux fixer les idées.

La cuvette centrale a vu se créer et se développer de nombreuses plantations de palmiers. La plupart d'entre elles ont été aménagées sur des terres choisies, semblant convenir parfaitement au palmier. Ces terres appartiennent cependant aux types les plus divers, allant du léger à l'argileux. Le comportement des palmiers vis-à-vis de ces sols semble, à première vue, n'être pas en relation directe avec le type de sol, mais il est vrai que les méthodes d'ouverture et d'entretien ont contribué, par la dégradation, à niveler dans une certaine mesure la valeur des sols. Il n'en reste cependant pas moins vrai que, suivant les types de sols, les palmeraies accusent une vigueur plus ou moins grande et une productivité très variable.

Ces observations, de pair avec la détermination de quelques facteurs physiques, avaient permis de situer pour le palmier l'optimum de teneur en argile à environ 38 %. En dessous de ce pourcentage, la production était plus réduite et on estimait qu'au delà la production baisserait également et cela suivant une courbe encore inconnue. Depuis quelques mois, on ne craindrait plus d'utiliser des terres argileuses et un taux de 50 % serait considéré comme favorable, à condition que la structure soit bonne.

On comprend aisément que devant cette situation nouvelle le planteur de palmiers soit très perplexe quant au choix à faire lors de la recherche des terres pour palmeraies, car il reste sous l'impression que, malgré ses efforts pour créer une plantation à productivité maximum, une trop grande part est encore faite au hasard.

Un autre exemple nous confirme que de nombreuses mises au point devront encore être faites avant que la pédologie puisse rendre tous les services qu'on attend d'elle.

L'accord semble parfait en ce qui concerne la richesse des sols congolais. Les avis euphoriques émis jadis à ce sujet ont fait place à une réalité moins avantageuse.

Le sol congolais, soumis à la culture, perd rapidement sa fertilité et se dégrade presque toujours. Jusqu'à ce jour, seule la jachère prolongée parvient à lui restituer, en partie, sa valeur initiale. Indépendamment des autres facteurs, la richesse chimique des sols a surtout été mise en cause.

Pourtant, l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge a signalé, au moins à deux reprises, des résultats qui semblent être en contradiction avec cette opinion.

Une culture de caféiers installée en intercalaire dans une palmeraie exporte plusieurs récoltes de café sans affecter en rien la productivité de la palmeraie.

Un fait plus troublant encore est la culture intercalaire de plantes vivrières dans une palmeraie. Ces cultures ont forcément par leur développement, les interventions culturales nécessitées et enfin par la production des produits exportés, diminué la richesse chimique et contribué à la dégradation du sol. Or, ce sont précisément les parcelles soumises à un traitement encore condamné théoriquement qui, indépendamment des produits vivriers obtenus, ont fourni les plus fortes productions de régimes et continuent à en produire au moins autant que les parcelles témoins.

Ces faits nous incitent à nous demander si l'affirmation de la pauvreté chimique ne devrait pas être revue, ou si, tout au moins, les théories à la base de la technique culturale actuelle doivent rester aussi catégoriques.

Ces exemples peuvent être multipliés. Nous nous bornerons à en citer un dernier relatif à une caféière. Celle-ci peu productive depuis quatre ans, était considérée comme ayant perdu sa valeur, plus en raison de son état que de son âge. Etablie sur un terrain non incinéré, elle avait été maintenue sans couverture de *Calopogonium* et de *Pueraria*. L'ombrage avait été assuré au moyen d'*Albizzia stipulata*. Le sol, du type léger, dosait environ 26 à 28 % d'argile à 1 mètre de profondeur.

L'introduction d'une nouvelle couverture de *Pueraria* et de la taille multicaule a fait passer progressivement la production de 400 à 750, puis à 900 kilogrammes à l'hectare. La multicaulie ne peut, elle seule, être mise en cause car, dans les parcelles où la couverture ne fut pas réintroduite, la production, malgré la mise en multicaulie, resta minime.

Ce sol aurait pu, à première vue, être considéré comme vidé de sa substance; il a cependant suffi de mieux le protéger contre l'ardeur du soleil pour lui permettre d'extérioriser à nouveau son potentiel.

Ces exemples montrent à suffisance l'importance primordiale de la connaissance des sols avant la mise en culture, car un choix inadéquat, pour les entreprises de quelque importance, se traduira par un manque à gagner se chiffrant par dizaines de millions.

Ils montrent également que la technique culturale, telle qu'elle est comprise actuellement, offre encore des points faibles. Ce compromis entre la nature et la production ne semble pas encore définitivement au point; il ne pourra d'ailleurs l'être en l'absence des connaissances de base dont nous parlions plus haut.

Ces problèmes dont nous connaissons la complexité et la longueur des efforts pour les résoudre, doivent, à notre avis, être la première des préoccupations des spécialistes en la matière.

Jusqu'à présent, on n'a abordé ces questions que de certains côtés immédiats et il ne saurait en être autrement en l'absence d'un programme bien défini; chacun, dans sa sphère d'intérêt, a recherché des explications et des remèdes aux difficultés. L'ensemble de ces contributions ne pourra cependant être coordonné et servir utilement que lorsqu'il sera confronté avec la connaissance parfaite du sol et des phénomènes de toutes espèces dont il est le siège.

La Conférence Africaine des Sols constitue, sans aucun doute, une occasion unique pour élaborer un tel programme de travail. A la lumière des connaissances acquises dans les Colonies voisines et de l'expérience congolaise, certains points, de nature à limiter dans le temps les recherches à entreprendre, pourront être acquis.

Le facteur temps que nous soulevons ici ne semble pas jusqu'à présent avoir retenu suffisamment l'attention. Ceux qui se sont occupés de rechercher des terres pour y établir des plantations ont dû pourtant se heurter à la grande difficulté que représente leur rareté. Le long des grands axes de communications, les terres ont en majorité été utilisées soit pour des plantations européennes, soit pour les cultures indigènes.

Dans l'hinterland de ces axes, il existe certes encore d'assez larges possibilités mais, le plus souvent, leur situation rend ces terres d'une exploitabilité moins facile et beaucoup plus onéreuse. D'autre part, ces endroits excentriques, par rapport aux axes, sont fort souvent très peu peuplés.

C'est dire que les futures exploitations à créer le seront sur les dernières réserves réellement intéressantes. Ceci constitue un motif de plus, et non des moindres, pour que ces terres soient employées en tenant le plus strictement compte de leur véritable vocation, et soient soumises à une technique culturale permettant de leur faire rendre le maximum de production, sans toutefois courir le risque de les voir se dégrader.

Comme on le voit, les problèmes préliminaires à résoudre sont nombreux.

Il ne peut donc, pensons-nous, être question, en ce moment déjà, d'organiser des services ayant pour tâche, suivant les critères actuels, de repérer les terres agricoles, de leur assigner une place dans une échelle de valeurs et enfin de leur attribuer une vocation motivée. Ce serait anticiper et certainement préparer de nouvelles et grosses déceptions.

Il est, par contre, indiqué d'organiser rapidement et avec une ampleur suffisante, un corps de spécialistes attachés uniquement à la recherche en œuvrant exclusivement dans le cadre des travaux qui leur sont assignés.

Un premier pas à faire dans le sens de la création de ce service spécialisé qui, à notre avis, devrait avoir pour base le Service Pédologique de l'Inéac, serait une collaboration plus effective entre les spécialistes de tous nos Instituts Universitaires et de l'Inéac. C'est à ces chercheurs déjà éprouvés qu'il appartient de dresser un programme de travail. Celui-ci devrait être orienté avant tout vers les recherches permettant à l'agriculture d'avancer à pas plus assurés.

La recherche scientifique pure dans ce domaine ne manque certes pas d'intérêt, mais celui-ci est moins direct et les résultats attendus avec moins d'impatience par les praticiens.

Bruxelles, le 13 octobre 1948.

La culture du quinquina au Congo Belge et la conservation du Sol

par

J. M. LIENART.
Ingénieur Agronome Colonial Lv
Assistant à la Station Expérimentale de Mulungu.

PRELIMINAIRES

La culture du quinquina (*Cinchona Ledgeriana*) est pratiquée dans les régions montagneuses de l'Est de la Colonie et des Territoires sous mandat, à des altitudes s'échelonnant entre 1.460 et 2.200 mètres. Quelques plantations ont, cependant, été établies à des altitudes plus basses et descendent jusqu'à 1.100 mètres.

Dans ces régions, les conditions climatiques générales correspondent sensiblement à celles des régions équatoriales. Les pluies y tombent durant presque toute l'année avec deux maxima lors des équinoxes et atteignent de 1.200 à 2.000 millimètres par an. Les pluies d'orage sont parfois très brutales et la grêle peut causer, en certaines contrées, de graves dégâts.

La température y est, naturellement, plus faible que dans les régions moins élevées, la moyenne se situant entre 15 et 22° C.

Quant aux vents, ils sont généralement faibles, quoiqu'ils puissent être violents en certains points du Nord-Est de cette aire de dispersion.

La culture proprement dite ne présente pas de difficultés majeures. Environ dix mois après le semis en germoir, la plantule séjournera encore durant le même laps de temps en pépinière avant d'être mise en place définitive sur terrain totalement débroussé, garni ou non, suivant son inclinaison, d'ouvrages antiérosifs plus ou moins importants.

Influencé par la situation, l'écartement adopté et l'époque de plantation, le développement des plants déterminera la rapidité avec laquelle le sol sera couvert (1 à 2 ans). Lorsque le couvert commence

à se former, on pratique annuellement des élagages et des éclaircies successifs et, vers l'âge de 12 à 15 ans, la plantation sera exploitée à culée noire, puis mise en jachère ou replantée.

Les écorces récoltées par ces élagages et ces éclaircies, comme par l'exploitation totale, contiennent de la quinine en proportion variable suivant qu'elles proviennent des branches, du tronc ou des racines, de même que d'après l'origine des plants et l'âge des arbres. La courbe de teneur d'un arbre croît de façon continue jusqu'à la huitième ou neuvième année, pour se maintenir ensuite durant les années ultérieures à un palier sensiblement horizontal, qui avec l'âge tend à s'incliner légèrement. Celle du rendement en écorces, par contre, croît de façon continue, mais à une allure de moins en moins accentuée.

Après cette esquisse des conditions générales et des grandes lignes de la culture du quinquina, rappelons, brièvement, les points importants de la conservation des sols. Nous examinerons, ensuite, les techniques culturales en relation avec ces derniers.

Avant tout, sachons que le sol ne constitue pas seulement un simple support pour les plantes, mais qu'il est surtout un complexe vivant qui, par ses propriétés physiques, ses réserves chimiques et ses activités microbiologiques, permet à la plante de s'alimenter et de prospérer. Celle-ci, ayant elle-même des exigences à satisfaire, il faudra harmoniser ses fonctions physiologiques avec l'équilibre biologique et physico-chimique du sol et cela, avec d'autant plus de soins que, les augmentations qualitatives et quantitatives de rendement ayant été accrues par la sélection, les plantes cultivées sont devenues plus exigeantes.

Les conditions climatiques, d'autre part, agissent sous les tropiques avec beaucoup plus d'intensité et tendent continuellement, par dégradation des matières organiques, à rompre cet équilibre biologique et physico-chimique. Cette action naturelle est, souvent encore, facilitée par l'ignorance ou l'insouciance de l'homme. Celui-ci abat la forêt de façon désordonnée, abandonne trop facilement le sol à l'action stérilisante des rayons solaires ou n'endigue pas, dès le début, l'érosion superficielle provoquée par les pluies.

Comme il n'est pas en notre pouvoir de contrecarrer les conditions climatiques, nous pouvons, cependant, par l'adoption de techniques culturales adéquates, réduire actuellement les effets désastreux de la déforestation abusive, de l'érosion et de l'exposition du sol aux rayons solaires et laisser ainsi, après culture, un terrain qui pourra encore être exploité de façon permanente et méthodique, et lui conserver ou même améliorer sa structure, c'est-à-dire ses réserves en

eau, en air et en humus et lui garder ou lui restituer ses réserves en éléments minéraux.

Ainsi qu'il ressort de nombreuses observations, il semble de plus en plus évident que la structure physique des sols coloniaux, surtout pour les cultures arbustives, prime de loin leur richesse chimique. Il importe donc de sauvegarder la structure du sol et, par voie de conséquence, l'humus qui, par le rôle qu'il joue dans le complexe colloïdal, règle en somme la faculté d'absorption en eau, l'aération et la fixité des sols. On évitera d'autant plus toute perte d'humus que, sous les tropiques, il se reconstitue très difficilement après avoir été détruit par les facteurs climatiques.

Rappelons, enfin, que ce sont les rayons solaires qui, par leurs actions physico-chimiques, assèchent les masses exposées, stérilisent la vie microbienne et détruisent la structure du sol en provoquant une perte de fertilité par un départ de bases et par des transformations des particules terreuses et du complexe colloïdal.

Choix du terrain.

Le quinquina ne supportant pas les sols gorgés d'eau, on abandonne, en pratique, les fonds humides et mal drainés; de même, pour la facilité des travaux ultérieurs, on élimine les terrains trop rocailleux ou en pentes trop accentuées. Pour éviter l'établissement de drains ou d'ouvrages antiérosifs coûteux, on choisira des terrains perméables et légèrement inclinés et la préférence sera donnée à ceux qui portent une végétation arbustive ou buissonnante, indicatrice d'un sol meuble ne contenant pas ou peu de chiendent. On se résoud, aussi, à abattre la forêt mais, le quinquina étant sensible à l'Armillaire, fréquent dans les sols forestiers, ceux-ci ne seront qu'un pis-aller. Les terrains inclinés se prêtent, également, à la culture du quinquina; on se limitera, toutefois, à ceux dont la pente n'excède pas 33°.

Ouverture et préparation du terrain.

Ces travaux sont, avec ceux d'entretien, essentiels à la conservation des sols.

Le mode d'ouverture du terrain est semblable, pour le quinquina, à celui employé pour l'établissement des autres grandes cultures de ces régions (Café arabica, Thé, Pyrèthre). Il requiert un défrichement total qui, pour éviter la propagation et l'attaque de maladies des racines, libérera le sol de tous débris ligneux susceptibles de les transmettre.

Il importe, à ce stade de la culture, de laisser le moins longtemps possible le sol à découvert. De l'exposition d'un sol nu aux pluies et aux rayons solaires, résulte, en effet, en plus d'une érosion méca-

nique superficielle, une perte de fertilité appréciable, dont on ne tient pas assez compte dans les pratiques culturales actuelles; le laps de temps qui s'écoule entre le débroussement et la préparation du terrain est souvent trop bref, tandis que celui qui se passe entre cette dernière et la plantation est trop long.

Le système à préconiser consiste à laisser sur place tous les débris végétaux qu'on aura étalés et qu'on abandonnera pendant une période assez longue pour qu'ils puissent se décomposer partiellement; ce stade atteint, la préparation du terrain sera immédiatement suivie par la plantation. Cette méthode économise la main-d'œuvre, par la diminution du volume des matériaux à évacuer, elle enrichit le sol en humus par les fins débris de la décomposition qui y resteront et, surtout, elle protège le sol de façon efficace.

Pour se débarrasser facilement de la masse des débris végétaux accumulés par le débroussement et qu'il est souvent impossible d'enfouir, certaines exploitations pratiquent l'incinération. Cette technique est à proscrire, car elle occasionne un gaspillage bien trop important de matières organiques et une stérilisation nuisible de la couche superficielle du sol.

La nécessité du labour est déterminée par l'état physique du sol et par son encombrement par les graminées envahissantes.

Le chiendent entrave le développement des quinquinas, surtout dans leur jeune âge. Son extirpation devra donc être faite avec soin dès le début, pour diminuer les travaux d'entretien.

En terrain exempt de chiendent, cas exceptionnel, sauf en forêt, on pourrait se cantonner à la technique de la trouaison. Celle-ci consiste à creuser à l'emplacement de chaque plant un trou de 50 centimètres de côté, qu'on rebouche immédiatement après en avoir retiré les pierres et les racines mortes. Cette technique semble très avantageuse, même après deux labours. En terrain pierreux, elle permet, en effet, un meilleur départ du plant en augmentant la perméabilité du sol, tout en supprimant les obstacles qui auraient entravé l'enracinement. Huit ans après la plantation, cette pratique détermine encore un excédent de rendement de 40 % sur celui d'une plantation établie en conditions identiques mais sans trouaison.

Pour limiter l'érosion de surface, très importante en pays de montagnes, il est indispensable d'établir, suivant l'allure du terrain, soit des terrasses, soit des haies antiérosives en *Crotalaria, Leucaena* ou *Cassia*, soit des drains aveugles. Ces ouvrages s'opposent à l'érosion de la couche arable et à l'enlèvement des plantules par les pluies. Signalons que les haies antiérosives peuvent avantageusement

être établies avant le nettoyage du champ. A cet effet, on déblaye, sur une largeur de 30 à 40 centimètres, les lignes de niveau où elles seront établies. On les laboure et on y multiplie des espèces à développement rapide. De cette façon, lorsque le terrain sera totalement découvert, ces haies seront suffisamment développées pour empêcher l'écoulement néfaste des eaux de ruissellement.

L'écartement intervient aussi dans l'étude de la protection du sol. Deux facteurs sont à concilier : recouvrir le sol le plus rapidement possible et ménager à chaque plante un espace suffisant. Trop serrés, les arbres couvriront rapidement le sol, mais requerront plus d'éléments nutritifs et des frais d'établissement plus élevés pour un moindre rendement, par suite des écorces minces récoltées. Dans un dispositif trop distancé, le sol restera trop longtemps à découvert et, malgré la réduction du coût de l'établissement, le rendement final sera également moindre, par suite des espaces inutilisés. L'écartement à recommander semble être de 90 × 90 centimètres ou de 1 × 1 mètre.

Enfin, la plantation aura lieu pendant la période où les pluies sont régulièrement et journellement réparties.

Entretien.

Comme nous venons de le signaler, le développement des quinquinas est entravé par le chiendent. Si ce dernier a été extirpé avec soin, lors de l'établissement de la plantation, et si on l'élimine régulièrement, il ne sera guère nuisible.

En général, on laisse croître la végétation adventice jusqu'au moment où elle entre en trop forte compétition avec les jeunes plants de quinquina; à ce stade, elle est simplement rabattue et étalée entre les lignes de plantation, parallèlement aux courbes de niveau. Annuellement, on exécute un labour peu profond.

Quelques planteurs pratiquent le « clean weeding ». Cette méthode d'entretien est à condamner car, tout en évitant toute concurrence étrangère par l'élimination des mauvaises herbes, elle dégrade considérablement le sol.

Dans les jeunes plantations établies sur terrain incliné et ne comportant que peu ou pas de haies antiérosives, il est avantageux d'établir une rotation de sarclage pour éviter l'amorçage d'une érosion superficielle par les fortes pluies. Par exemple, les bandes paires de terrain comprises entre deux haies seront sarclées en premier lieu et lorsque les racines des plantes adventices de ces premières bandes auront été rejetées, on sarclera les bandes impaires. Si du chiendent reparaît, il sera extirpé par la même occasion et porté en dehors du champ. Ce sarclage combine, en somme, le rôle du sarclage sélectif avec celui du paillis.

Une technique plus rationnelle mais plus onéreuse consiste à appliquer un paillis de chaumes coupés en brousse. Ce paillis, appliqué directement après la plantation et en quantité suffisante, offre au Kivu les avantages suivants :

Il contrecarre la croissance du chiendent et des plantes adventices et assure ainsi aux plants de quinquina toutes les réserves en eau et en éléments nutritifs;

Il entrave le ruissellement par l'obstacle mécanique qu'il lui offre; de plus, en réduisant le tassement provoqué par le battement de la pluie et le passage des travailleurs, il conserve au sol toute sa structure grumeleuse et donc sa perméabilité, diminuant d'autant le ruissellement;

Il procure un apport organique appréciable par la décomposition lente de la base de ce paillis;

Enfin, et surtout, il protège le sol de façon efficace, et cela dès la fin de la plantation, par l'écran qu'il oppose aux actions physiques et chimiques des rayons solaires. L'économie en eau du sol en est améliorée par la diminution de l'évaporation et l'abaissement de la température. De même, la raréfaction d'insolation qu'il provoque entrave la minéralisation des colloïdes organiques et empêche la formation du socle caractéristique des terres en voie de dégradation.

Par contre, l'inconvénient du paillis réside dans une moins bonne aération de la couche arable.

Le labour annuel devrait se limiter, d'après les nouvelles théories émises à ce sujet, à un simple échiendentage. Si un paillis a été appliqué lors de la plantation, ce labour ne devra pas être exécuté durant les deux premières années, un nouveau paillis complètera au contraire le premier là où il semblera nécessaire; seul, un échiendentage profond sera entrepris dans les endroits où le chiendent aurait réapparu.

Les vides produits durant la première année qui suit la plantation seront regarnis. S'il s'en forme encore ultérieurement, ceux-ci ne seront plus remplacés pour éviter l'étiolement des jeunes plants; le sol de ces endroits sera protégé par l'ensemencement d'une plante de couverture.

Les haies antiérosives seront entretenues tant que le sol ne sera pas couvert et cet entretien se prolongera avec le degré de pente du terrain.

Après la fermeture du couvert et la décomposition lente du paillis, la végétation adventice s'installera progressivement et ne gênera plus les quinquinas. Les élagages favoriseront le développement des

arbustes. Ils seront exécutés méthodiquement de façon à maintenir un équilibre entre ce développement et l'éclairement suffisant mais non excessif de la végétation sous-jacente, qui joue ici le rôle de plantes de couverture. Il en sera de même lors des éclaircies successives, systématiques ou sélectives. Dans les deux cas, on évitera de dénuder abusivement le sol dans les endroits défavorisés ou moins fournis; ceux-ci seront éventuellement protégés par un semis de plantes de couverture.

L'entretien proprement dit diminue avec l'âge de la plantation. Une fois les arbres assez développés, il se limitera uniquement à veiller à ce qu'un sous-bois puisse s'installer et former une association végétale qui assure au sol une protection suffisante.

Fin d'exploitation et jachère.

Quand l'exploitation devra-t-elle être réalisée ? Pour nos régions, nous n'avons encore aucune donnée concluante. Le terme à lui appliquer se situera nécessairement à l'époque où l'augmentation de rendement en sulfate de quinine par hectare ne compense plus les frais d'entretien et l'intérêt du capital investi. Pour la sauvegarde de nos sols, ce terme devra, de plus, être rapporté au gain ou à la perte de fertilité que sa culture entraîne. A cet égard, nos connaissances sont encore empiriques en ce qui concerne le quinquina.

Celui-ci, certes, ne restitue au sol que peu d'éléments organiques et l'apport d'engrais n'étant pas encore entré dans la pratique cultu rale courante, il faut admettre que, tout comme les autres cultures tropicales, le quinquina possède une influence immédiate appauvrissante, bien que, cependant, dans des limites plus restreintes, car la dégradation du sol sous l'action des facteurs climatiques y est moins prononcée, par suite de son aire de dispersion (altitude) et de son genre de culture (arbustive).

Pour pouvoir déterminer la durée optimum de la culture, il faudrait établir, non pas de simples essais de rendements, mais des expériences systématiques avec analyses pédologiques qui, en plus du rendement optimum, nous donneront, par les modifications de structure et de teneur en éléments minéraux enregistrées, les variations de fertilité. De l'examen de ces deux résultats, le stade optimum de l'exploitation pourra se déduire assez aisément.

A propos de l'emploi d'engrais minéraux, signalons qu'il faut, avant tout, étudier le sol et sa structure pour connaître sa capacité d'échange et son pouvoir d'absorption. Un sol possédant une bonne structure et une teneur suffisante en matières organiques ne perdra, par lessivage et ruissellement, qu'une quantité minime des éléments utiles qu'on lui aura appliqués.

En attendant, une connaissance plus précise de l'influence de la culture du quinquina sur le sol, il sera prudent de mettre le terrain sous jachère après l'exploitation de la plantation.

Ainsi qu'il ressort de quelques essais, on accordera la préférence à la jachère cultivée, mixte et arbustive, qui s'est avérée plus efficace que la jachère cultivée monophytique, elle-même plus avantageuse que la jachère naturelle. La durée de la jachère dépendra de la rapidité avec laquelle le sol se régénérera. Elle sera indispensable tant que l'action protectrice du milieu végétal n'aura pas été remplacée par l'apport d'amendements ou d'engrais minéraux.

De cette étude, nous pouvons conclure que la culture du quinquina, exécutée suivant des méthodes culturales adéquates, s'accorde avec les principes de la conservation des sols. Culture pérenne et non sarclée, elle rétablit le milieu forestier. L'état meuble de la couche arable est assuré par la protection de son couvert, qui s'oppose au tassement par la pluie, et par le travail des racines. La culture lutte, dans les terrains déclives, contre l'érosion mécanique, en maintenant en place la couche superficielle humifère. Enfin, par le paillis et par son couvert, elle protège le sol de façon efficace contre les actions physico-chimiques du climat et restitue au sol une certaine partie des éléments utiles.

Des problèmes restent encore à résoudre, tels l'emploi d'engrais minéraux, la longueur du cycle optimum et les conséquences de sa culture sur la fertilité, mais ils ne pourront être résolus qu'après une étude approfondie, systématique et continue du sol.

Quelques idées sur une organisation agricole de l'Afrique Centrale française

Note de l'Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques (Paris).

par

J. GAUTIER,
Conseiller de la République.

SOMMAIRE.

*

Nous avons cherché à dégager quelques principes, à ne pas perdre de vue pour organiser l'évolution de l'agriculture dans la vaste région constituée par les territoires de l'Afrique Centrale faisant partie de l'Union Française; à savoir, l'Afrique Equatoriale et le Cameroun.

Ces territoires n'ont pas été séparés dans cette étude, car, s'ils se trouvent soumis à des régimes internationaux différents, ils n'en constituent pas moins une seule et même unité territoriale du point de vue naturel, aucune frontière ne pouvant être définie entre eux, pas plus par différenciation géographique qu'humaine.

I. — LES GRANDS TYPES AGRICOLES REGIONAUX

Un aussi vaste pays est assurément fort varié dans ses conditions écologiques et, par suite, dans ses productions. On peut cependant établir une classification générale des grands types d'organisation agricole réalisables.

A. *Grandes surfaces* de sols homogènes à relief peu accentué permettant d'envisager une large application de la culture mécanique, sans danger grave d'érosion.

a) Population agricole très peu nombreuse, c'est le cas des plaines du Niari, des plateaux Batéké, des savanes du Cameroun Sud-Est et d'une partie de l'Oubangui occidental qui n'est en réalité que la suite des savanes camerounaises, aussi de quelques pointes du Sud du Tchad.

On doit là, — et c'est le seul moyen possible de mise en culture, — mettre en œuvre la grande culture mécanique intégralement motorisée, utilisant le moins possible de main-d'œuvre.

b) Population agricole abondante comme dans les plaines du Sud et du Sud-Ouest du Tchad, les vallées Nord de l'Adamaoua, la Cuvette de Garoua.

Si, dans ce type de région, il est certain que la culture mécanique se développera largement dans l'avenir, elle n'est pas immédiatement nécessaire pour la mise en valeur des terres dont des surfaces importantes sont déjà productives.

L'amélioration de l'Agriculture peut et doit être entreprise dès maintenant avec ce qui existe, de très importants résultats devant déjà être obtenus avant toute généralisation de l'emploi des tracteurs.

Lorsque la technique mécanique sera bien au point, il y aura lieu d'être prudent dans sa généralisation, afin de maintenir un équilibre correct entre la machine et l'homme, ceci pour ne pas créer brusquement de déséquilibre social, conséquence habituelle d'un emploi rapide et excessif du machinisme dans les régions à population agricole relativement abondante.

B. *Régions à relief notable* ou à climat extrême avec vents violents où les risques d'érosion sont très graves et limitent les surfaces cultivables aux vallées et à quelques plateaux. La surface effectivement cultivable dépasse rarement le cinquième de l'ensemble et se présente par unités souvent d'à peine quelques hectares d'un seul tenant.

a) L'élevage est difficile du fait de la présence des mouches tsétsé, même en prévoyant une lutte prophylactique sérieuse contre les gîtes de reproduction des mouches.

Ceci concerne une bonne partie de la zone guinéenne de l'Oubangui, du Cameroun et du Moyen-Congo.

La population peu dense doit être amenée à se concentrer sur les bonnes terres, qu'il faudra cultiver intensivement pour, par le rendement accru, compenser l'abandon de vastes surfaces qui, lorsqu'on les cultive en plantes annuelles, reviennent très rapidement improductives, par les effets de l'érosion et de la latérisation.

Des cultures arbustives industrielles et des reboisements devront garnir les pentes et les plateaux, en prenant toutes les précautions voulues pour la protection et la rénovation de la fertilité des terres.

b) L'élevage est, dès maintenant (Tchad, Haut-Cameroun), ou peut devenir la spéculation principale dans la région des savanes sur collines (exemple : Mindouli).

Les quelques cultures de vallées doivent suffire à l'alimentation des hommes, et aussi à constituer des réserves fourragères séchées ou mieux, ensilées. On doit envisager les procédés intensifs avec ou sans culture mécanique, on disposera là, en effet, de fumures abondantes. C'est une spéculation qui peut, dès maintenant, donner des résultats importants, à condition de réaliser les progrès nécessaires en matière :

— d'abreuvement des animaux,

— d'amélioration des techniques sanitaires et d'élevage,

— de production de fumier entraînant la possibilité de rendements importants sur les faibles surfaces cultivables.

C. *Zones irrigables.* — Il peut sembler paradoxal de parler de zones irrigables en pays équatorial, il n'en est rien, car dans toute la zone guinéenne, soudanienne et à plus forte raison sahélienne, l'irrigation permet, ou bien de faire porter à la terre une récolte de plus par an, ce qui est précieux dans bien des régions où la surface vraiment cultivable est faible, ou bien de rendre extrêmement productives d'autres zones à récoltes irrégulières ou très faibles par suite de l'inégalité ou de la rareté des pluies annuelles. Enfin, le riz, céréale de qualité bien supérieure au mil, ne donne de rendements importants et économiques qu'en culture irriguée; par ce moyen, et seulement par celui-ci, on peut fournir aux populations des zones guinéennes une nourriture de base de première qualité, incomparablement meilleure que le manioc ou l'igname.

a) Irrigation pendant toute la saison sèche. Elle consiste à fournir de l'eau aux cultures pendant tout le temps où la pluie ne tombe pas, ceci ayant lieu en une ou deux périodes chaque année, suivant l'éloignement plus ou moins grand de l'équateur.

Elles peuvent être réalisées de deux manières :

1° En zone guinéenne à deux saisons sèches, l'une de un à deux mois, l'autre de 3 à 4, les rivières sont nombreuses et ont un débit sérieux, même en saison sèche, les surfaces des plaines irrigables sont peu étendues, de simples prises en rivières sont suffisantes par barrages successifs de faible hauteur.

L'eau est à utiliser là pour arroser des arbres fruitiers et créer des rizières groupées en unités suffisantes pour permettre l'emploi des machines. On spécifie bien que ce qu'on appelle ici groupement est bien inférieur comme surface aux unités de grande culture du riz, il s'agit, en principe, de pièces d'au moins 10 hectares par champ et se répartissant par séries groupées dans un périmètre raisonnable.

2° En zone soudanaise et sahélienne.

Il y a une grande saison sèche d'octobre à avril et une petite de quinze jours à trois semaines en juin; en pratique, il faut arroser pendant six à sept mois.

Les rivières sont peu nombreuses, elles constituent les bassins du Chari et du Logone, qui se réunissent à Fort-Lamy; en outre, le système Bénoué, Mayo Kebby, Faro est utilisable dans le Nord Cameroun.

Les crues sont énormes et l'étiage très bas, on ne peut espérer, sauf pour des surfaces peu importantes, irriguer au fil de l'eau pendant toute la saison sèche. Par contre, la disposition du terrain permet de créer des barrages réservoirs de très vaste capacité capables de régulariser les crues et d'envisager l'organisation de surfaces irrigables toute l'année, se comptant par dizaines de milliers d'hectares. C'est une œuvre de longue haleine qui nécessitera des capitaux considérables, mais qui transformera le Centre de l'Afrique, du point de vue agricole et industriel, avec toutes les conséquences sociales que cela entraîne.

b) Irrigation de début de saison sèche. Il s'agit proprement de se servir des eaux de crue pour prolonger l'humidité du sol pendant une période de deux à trois mois après la fin des pluies, ce qui est suffisant pour envisager la culture du riz et du coton irrigués.

Deux procédés peuvent être employés :

1° De très vastes surfaces sont dès maintenant inondées chaque année par les crues, dans beaucoup de cas, un système de digues et d'écluses peut être aménagé pour retenir l'eau de manière à empêcher son écoulement quand le niveau de la rivière s'abaisse et à maintenir ainsi la submersion nécessaire à la bonne végétation du riz. Ce système est employé en A.O.F. et un peu en A.E.F. dans la région du Logone (Laï), il pourrait être très largement développé sur les zones d'inondation du Logone et du Chari ou combiné avec la culture mécanique semi-intensive, il permettrait déjà de produire des quantités de riz extrêmement importantes sans donner lieu à des investissements fonciers trop considérables.

2° Des prises en rivières par barrages du Logone et du Chari qui pourraient être envisagées dans la région de la capture du Logone par le Mayo-Kebby (Bénoué) et surtout en aval de Fort-Lamy où la période d'inondation se prolonge le plus longtemps et où existent des surfaces énormes de sols plats se prêtant très bien à l'irrigation et où le drainage des eaux en excès ne présente pas de difficultés particulières. Les productions à envisager là sont le coton, le riz, le mil spécial des terres inondées (Béré-Béré) très apprécié dans tout le Tchad.

Ceci suppose des travaux très importants, qui devraient être combinés avec le système des barrages réservoirs prévus plus haut, de manière à pouvoir régulariser et prolonger la durée des périodes d'utilisation des eaux; c'est, à l'échelle relative de l'importance des fleuves, le procédé employé en Haute-Egypte pour les irrigations du Nil.

Remarque. — Bien entendu, les barrages prévus pourraient être aménagés pour produire de l'électricité. On ne pense pas qu'au début toutes les possibilités à cet égard devront être exploitées, vu le peu de consommation envisageable, cependant, on devra toujours, dès l'origine, prévoir cette éventualité, car le développement social des régions et les nécessités de traitement industriel des produits nécessiteront très vite des quantités importantes d'énergie, et cela d'autant plus que le combustible est rare dans la plus grande partie des régions considérées.

D. *Zone de la grande forêt.* — Du point de vue agricole, c'est peut-être là qu'on devra procéder avec la plus grande prudence, car les sols de grande forêt sont souvent peu fertiles de par leur nature géologique et leur pouvoir de production est le résultat d'un équilibre avec la forêt, extrêmement fragile dès qu'on touche à cette dernière.

La mise en valeur agricole est surtout à envisager par le moyen des cultures arbustives de plantations menées par les procédés les plus modernes.

Le plus souvent, on n'y peut envisager que des cultures annuelles d'assolement de peu d'envergure, quelque chose ressemblant plus à des cultures potagères qu'à de la grande exploitation; il y aura lieu de prévoir l'alimentation des travailleurs des plantations, des exploitations forestières, des usines, par apports de nourriture venant des régions de grandes cultures d'assolement, qui, au surplus, ne sont jamais très éloignées.

II. — LES CONDITIONS GENERALES DE LA CONSERVATION DE LA PRODUCTIVITE DES SOLS

A. — Protection contre l'érosion.

Les deux grandes causes d'érosion sont, suivant les régions, le ruissellement ou le vent; ces deux facteurs se trouvent parfois réunis dans une même région où ils se succèdent, dans le temps, du fait des alternances de grandes pluies et de grandes sécheresses (zone soudanaise).

a) *La pluie et le ruissellement.* — La pluie équatoriale est presque toujours caractérisée par sa violence dont les plus fortes précipitations des climats tempérés ne donnent qu'une faible idée; par suite, tout sol non couvert de végétation est d'abord érodé énergiquement par le choc même des gouttes de pluie, de plus, la moindre pente détermine la formation de ruisseaux prenant très vite l'allure de torrents boueux entraînant de très fortes quantités de terre fine vers les bas-fonds et les rivières.

Là où les arbres ou arbustes couvrent la terre de leur feuillage, le choc des gouttes est notablement amorti; si de plus le sol est chargé de végétation herbacée serrée, le ruissellement est très ralenti et l'entraînement des terres réduit.

On en tire les conséquences pratiques suivantes : les terres de labour doivent être choisies uniquement en plaine; elles doivent être couvertes de plantes en végétation pendant toute la saison des pluies, ou tout au moins le plus longtemps possible.

On doit apporter la plus grande attention au sens des raies en fonction de la pente; le mieux, dès que celle-ci est appréciable, est de tracer les raies de charrue suivant les courbes de niveau et de pratiquer le travail par terrasses successives; les pentes et les sommets doivent être boisés ou couverts d'herbe; on ne doit *jamais* les exploiter autrement qu'en cultures arbustives ou en prairies à herbes puissantes.

b) *Le vent.* — Dans toutes les régions à saison sèche bien marquée et soumise aux grands vents réguliers, l'entraînement de la terre fine est très considérable, les brouillards de poussière sont fréquents dans toute la zone sahélienne et soudanaise.

Naturellement, ce sont les grandes étendues de terres sans arbres et sans herbe qui sont le plus gravement atteintes, c'est le commencement des phénomènes désertiques qui vont s'aggravant de plus en plus jusqu'au Sahara. Or, cela se produit déjà dans des pays comme ceux du Logone où cependant il tombe 1.200 m/m de pluies annuelles, seulement la saison sèche absolue dure au moins six mois avec des températures de 40° à l'ombre et une siccité complète de l'atmosphère. Il faut là se défendre non seulement de l'érosion par les eaux, par les procédés déjà énumérés, mais aussi contre les effets pernicieux du vent.

Contre ce dernier, les moyens efficaces consistent à conserver le plus possible de couverture au sol et à réserver ou, plus souvent, à créer des rideaux d'arbres perpendiculaires au sens général du vent, assez hauts et assez épais pour constituer un obstacle suffisant pour ramener localement la vitesse du déplacement atmosphérique à un chiffre assez bas pour que les particules fines ne soient plus entraînées.

De cette étude sommaire des grandes causes d'érosion, on peut tirer un grand principe absolument général en Afrique Centrale : *tout sol sans couverture végétale est l'objet d'une érosion intense pouvant amener très vite sa complète stérilité.*

B. — **Conservation et amélioration des qualités physiques et chimiques des sols.**

Un sol équatorial non cultivé, tel qu'il se trouve, avec sa végétation naturelle d'herbes et d'arbres, ou même d'herbes seulement, est dans un état d'équilibre qui ne subit que des modifications très lentes, tant que sa couverture végétale subsiste. Un pâturage non abusif n'y apporte que fort peu de modifications.

Le feu de brousse annuel lui-même fait partie de l'équilibre des phénomènes naturels et, si néfaste soit-il, il est bien moins dangereux

que le défrichement inconsidéré. En effet, le feu ne touche pas aux racines des herbes qui repoussent à la première pluie avec une vigueur nouvelle sans se laisser envahir par des chiendents secondaires, dont seule la culture et le débroussement total permettent l'installation. Les arbres résistant à la sécheresse sont aussi résistants au feu qui passe vite, leur végétation reprend dès le printemps, souvent même avant les premières pluies (Tchad).

Nous nous faisons ici l'avocat du diable en défendant le feu de brousse contre ses détracteurs; bien entendu, il a d'énormes inconvénients, mais ce n'est pas tant lui que les nécessités humaines en produits alimentaires et industriels qui sont responsables des grandes destructions de fertilité des sols constatées un peu partout en Afrique.

Par contre, le défrichement et la culture amènent en très peu d'années des changements considérables.

a) L'humus diminue extrêmement vite par un processus dont les causes fondamentales sont l'aération de la couche labourée et l'insolation directe de la surface du sol.

Or, la présence d'humus est un des facteurs les plus déterminants du rendement, car c'est par son intermédiaire que les matières minérales du sol peuvent être assimilées par les racines des plantes.

C'est la présence de l'humus qui permet la formation des agrégats terreux, base de la contexture granulaire des terres; or, c'est une des conditions physiques du sol qui influe le plus directement sur la végétation des plantes cultivées.

La consommation et le renouvellement de l'humus dans les terres doit donc être la préoccupation constante de l'agriculteur africain, comme elle est depuis toujours celle du paysan des pays tempérés; seulement, en Afrique, le processus de destruction est bien plus rapide que sous les latitudes moyennes et devient de ce fait le problème numéro un de tout travail agricole sérieux et ménager de l'avenir.

Les moyens employés à cet égard par les agricultures traditionnelles des pays tempérés consistent à incorporer au sol des matières organiques sous forme de fumier, d'engrais verts, de déchets végétaux ou animaux; on s'est, en outre, aperçu que les racines mêmes des plantes, notamment des herbes de prairie, jouaient un rôle très important quant à la modification favorable de la texture granulaire du sol.

Jusqu'à présent, dans les régions équatoriales, l'emploi du fumier a été très limité et celui des engrais verts est très loin d'être au point. Par contre, la rénovation de l'humus a, depuis toujours, été demandée à la jachère, c'est-à-dire au réenvahissement du sol par repousse de la brousse originelle, qui agit non pas tant par la pourriture des matières organiques des feuilles tombées, car le feu de brousse annuel les réduit en cendres, mais surtout par l'action des racines pérennes qui pénètrent d'autant plus profondément dans le sol que le climat

est plus sec. L'usage veut que, dans ces conditions, les terres soient considérées comme de nouveau cultivables dans un délai qui varie de vingt à septante ans. L'absence d'expérience précise ne permet pas d'avoir une opinion sérieuse sur le minimum de cette durée.

En tout cas, tant qu'une longue expérimentation n'aura pas pu être réalisée, il semble que la prudence sera de recourir à des jachères arborées ou à des cultures de plantes herbacées graminées et légumineuses durant plusieurs années (en principe, de sept à dix) entre chaque assolement de trois ou quatre ans pendant lequel se succéderont les cultures utiles.

Pour le moment, on ne connaît que fort mal les plantes arbustives et herbacées susceptibles de remplir ce rôle avec le maximum d'utilité, tout en fournissant des produits exploitables industriellement ou à titre de fourrage.

La production du fumier artificiel a été mise au point avec succès; elle peut être généralisée là où existeront des moyens de transport par traction animale ou automobile, cette dernière solution paraissant bien être la seule pratique, à condition de la combiner avec l'épandage mécanique. On ne trouve là d'ailleurs que le remplacement de l'humus superficiel; il en faut toujours revenir, en outre, à la jachère végétative pour s'attaquer aux couches profondes et refaire la texture granulaire de la surface, ceci tout comme en Europe ou en Amérique on cultive périodiquement du trèfle, de la luzerne ou des prairies temporaircs avec exactement les mêmes résultats.

b) Les matières minérales nécessaires à la formation des tissus végétaux existent généralement dans le sol en quantité très supérieure aux besoins des plantes, seulement elles sont par elles-mêmes inassimilables ou mal équilibrées en quantité.

Il sera longtemps difficile d'amener dans l'intérieur de l'Afrique les engrais et les amendements qui seraient nécessaires pour porter les rendements à leur maximum.

Notamment le manque de calcaire est très général et il y aura toujours intérêt à se servir d'engrais libérant du calcium en dehors de leurs produits actifs principaux, cyanamide calcique, nitrate de chaux, phosphate bi- et tricalcique, etc.

En attendant cette possibilité, la couche arable sera encore longtemps enrichie par le jeu de la pourriture ou de la combustion annuelle des feuilles des plantes de jachère qui, puisant dans les couches profondes les matières minérales des roches par leurs racines, les transforment en cendres, lesquelles, dissoutes par les premières pluies, s'incorporent aux couches superficielles du sol qui s'enrichissent ainsi progressivement.

Cette méthode, très lente, est compatible avec les faibles rendements obtenus par les procédés de culture traditionnels qui ne suppo-

sent qu'un capital excessivement faible dont la rémunération ne pose pas de question particulière.

Il n'en sera plus de même lorsque la mécanisation de l'agriculture sera mise en œuvre, accompagnée de la nécessité de l'amortissement et du paiement d'intérêts au capital engagé; on ne pourra plus se contenter de rendements faibles qui ne paieraient pas, il sera indispensable d'obtenir les quantités maxima possibles de produits à l'unité de surface; or, à cela la machine est impuissante à elle seule; il faut aussi les engrais chimiques et le fumier, sans lequel leur efficacité est diminuée, pouvant même les rendre nuisibles par destruction de l'humus, altération de l'état des colloïdes et modifications profondes de la granulation de la couche arable.

Cette étude de l'emploi des engrais, des fumiers et des plantes améliorantes pour jachère rapide doit être, de toute nécessité, poursuivie parallèlement avec celle de la mécanisation, qui, sans eux, serait *économiquement inapplicable et sûrement très dangereuse pour la fertilité des sols.*

Les études agronomiques de ces dernières années ont mis en évidence le rôle capital pour la vie des plantes de divers éléments chimiques existant en très petites quantités dans le sol, mais néanmoins strictement indispensables à la bonne santé et à la pousse normale des végétaux; on les a appelés oligo-éléments.

Leur apport aussi sera nécessaire là où ils manquent ou sont insuffisants, sinon le rendement s'en ressentira. Cette expérimentation-là est aussi à poursuivre en région équatoriale, de même qu'on l'a entreprise dans les pays de grande culture plus septentrionaux.

c) *La latéritisation.* — On s'excuse là d'employer le terme de « latéritisation », qui est encore sujet à discussion dans la science des sols; il s'agit ici de la formation d'une croûte dure à une certaine profondeur en dessous de la surface du sol.

On constate que lorsqu'un sol est soumis à des alternatives de forte humidité et d'évaporation intense, il se forme pendant cette dernière période une couche d'abord de terre durcie, puis à la longue de véritable roche.

Les eaux de pluie en pénétrant dans le sol y dissolvent les parties solubles; vienne la sécheresse, ces solutions remontent par capillarité, l'eau s'évapore, les sels se déposent; ils sont l'objet de réactions chimiques qui tendent à rendre insolubles et durs quelques-uns d'entre eux, notamment les oxydes de fer; ceux-ci communiquent leur couleur rouge à cette couche, qui tend en même temps à devenir de plus en plus dure.

Lorsque la végétation est abondante, les solutions n'arrivent pas à constituer cette couche dure, car les racines répartissent les points d'évaporation sur toute leur longueur, si bien que la couche intéressée

est beaucoup plus épaisse et par suite la croûte continue n'arrive pas à se former.

Au contraire, en sol nu, cette formation est très rapide; dans les terres labourées, on observe que la couche immédiatement en dessous de la profondeur de travail des instruments devient, en deux ou trois ans, plus foncée et plus résistante que le sol sous-jacent. En effet, la terre ameublie par le labour brise la capillarité et l'évaporation a lieu juste en dessous du niveau du sol non remué.

On voit ainsi le danger des labours en saison sèche ainsi que la nécessité, une fois de plus confirmée, de maintenir la couverture de plantes vivantes à racines puissantes, et une explication simple de la stérilisation de beaucoup de sols par la culture trop répétée de l'arachide, sans assolement suffisant : l'arrachage a lieu au début de la saison sèche et laisse le sol totalement dénudé juste au moment où il aurait le plus grand besoin de couverture végétale.

Ces considérations ont des conséquences importantes en ce qui concerne les époques de labour, ainsi que la durée possible de ce travail, d'où on déduit le nombre de charrues et de tracteurs nécessaire; cela influe aussi sur la succession des plantes à cultiver, en un mot, sur tout le système de culture.

C. — **Le problème de l'Imperata.**

L'*Imperata cylindrica* est une graminée à feuilles dures, extrêmement envahissante et ayant une énorme facilité de dissémination par ses semences à aigrettes que le vent disperse fort loin. Cette plante possède des rhizomes très étendus et d'une grande vitalité; elle étouffe toute autre culture. C'est le chiendent de la zone équatoriale, son pays d'élection étant celui du climat guinéen. En effet, l'*Imperata* est bien moins à craindre quand on remonte vers les sécheresses soudanaises, où elle se défend mal et n'est plus envahissante. La lumière directe lui est absolument indispensable; c'est une graminée qui disparaît complètement sous ombrage suffisant. C'est là le meilleur moyen de lutte. On reboise en *Cassia Siamea*, qui domine rapidement les graminées et les fait périr. Cela a l'air tout simple, mais en pratique de nombreuses difficultés sont à vaincre.

La destruction de l'*Imperata* peut aussi être obtenue par les mêmes procédés que ceux employés pour venir à bout du chiendent dans les régions tempérées, c'est-à-dire par coupe répétée des repousses foliaires, extirpation, séchage et brûlage des rhizomes. C'est toujours un gros travail et une des grandes charges de l'agriculteur, car c'est le seul moyen possible sur les sols en culture, la défense par le boisement ne pouvant se faire que sur des jachères.

On ne saurait trop insister sur l'importance de ce chiendent qui couvre des centaines de milliers d'hectares, en Oubangui et au Cameroun; c'est la plante des terres de culture abandonnées. Seul le boise-

ment peut rénover ces sols. Or, dans le climat oubanguien, le reboisement naturel et la réinstallation des savanes à grandes herbes sont extrêmement lents : il faut des dizaines d'années. Par suite, lorsqu'on voudra récupérer ces terres pour les cultiver, il faudra commencer par les boiser en essences à pousse rapide et à couvert serré devant rester en place une bonne dizaine d'années pour venir à bout de l'*Imperata*, refaire de l'humus, enrichir la couche superficielle et rénover l'état physique du sol. C'est un travail colossal, mais indispensable si l'on désire que les habitants de cette région d'abord mangent à leur faim et ensuite puissent améliorer leur sort, fort misérable, par une agriculture réellement productive.

D. — **Les parasites.**

Les plantes cultivées sont attaquées par de nombreux ennemis qui prennent d'autant plus d'extension et de virulence que les agglomérations d'espèces semblables sont plus importantes.

La lutte contre les parasites et les maladies doit donc être entreprise dès que leur apparition peut être prévue, car si, pour certains, des pulvérisations de produits chimiques peuvent être efficaces, il en est d'autres contre lesquels le seul moyen de lutte consiste en la substitution de variétés immunes aux variétés sensibles, avec cette difficulté que les possibilités d'acclimatation dans le milieu écologique considéré peuvent fort bien être différentes.

Tout développement agricole en vue d'obtenir des rendements élevés nécessitant l'emploi de variétés perfectionnées suppose de la façon la plus inéluctable la nécessité d'une organisation excellente de la défense des cultures.

Cette organisation doit comporter :

1° Un corps de spécialistes munis de tout le matériel de recherches et d'expérimentation nécessaire, afin de déceler à temps les ennemis des cultures, de mettre au point les procédés de lutte et au besoin d'introduire ou de créer des variétés résistantes;

2° Posséder d'avance le matériel nécessaire, mécanique et chimique, pour appliquer les traitements indiqués par les spécialistes. Ceci suppose aussi l'existence du personnel subalterne, mais spécialisé, capable d'employer les appareils et produits de lutte et de protection.

E. — **La conservation du climat.**

Il n'est pas douteux que le déboisement des grandes surfaces en vue de leur mise en culture modifie souvent profondément le climat, généralement dans un sens péjoratif. Les effets habituels sont la diminution des pluies et l'abaissement de la nappe phréatique, sans compter l'aggravation de l'érosion pluviale et éolienne.

On est déjà allé loin à cet égard dans beaucoup de régions de l'Afrique Centrale.

La conclusion logique serait d'interdire tout nouveau déboisement et d'entreprendre la replantation des arbres là où ils ont été détruits. Ça n'a qu'un inconvénient, c'est incompatible avec le développement de la production et serait d'un prix de revient colossal impossible à considérer comme réalisable.

La solution consiste à cultiver rationnellement les surfaces nouvellement défrichées, de manière à y maintenir un taux de boisement raisonnable par maintien de surfaces suffisantes de boisement en réserve et par replantation des surfaces en jachère prolongée.

On ne devrait jamais tolérer qu'une terre soit abandonnée sans que, dans la dernière sole cultivée, n'aient été semées les graines des plantes devant réoccuper, protéger et rénover la terre, tout en maintenant la surface boisée suffisante pour que le climat ne soit pas modifié sensiblement.

Ceci ne veut pas dire que bien des sommets et des plateaux ne devraient pas être reboisés; nous ne nous faisons cependant pas trop d'illusions à ce sujet, car c'est une opération infiniment difficile, qui suppose une collaboration et une compréhension parfaite des habitants du pays qu'il faudrait, en premier lieu, persuader des inconvénients des feux de brousse inconsidérément déclenchés sur d'immenses surfaces et même parfois répétés dans l'année, ce qui amène alors la ruine de la végétation arbustive de valeur.

III. — LES FACTEURS DETERMINANTS DES SYSTEMES DE CULTURE

L'adoption d'un système de cultures déterminées dépend à la fois de conditions techniques, de considérations économiques et du point de vue humain.

A. — Point de vue technique.

Etant donné des conditions écologiques déterminées, on en peut déduire quelles seront les plantes dont la culture présente le plus de chances de réussite.

L'élevage — Un facteur capital vient ici interférer avec les possibilités purement culturales : c'est l'élevage.

En effet, suivant les animaux qu'on peut élever, la manière de concevoir la formule agricole peut varier très largement.

Les limites extrêmes sont les suivantes :

L'élevage des bovins se présentant sous un jour favorable, peut devenir la spéculation principale avec pour conséquence une prépondérance des cultures fourragères sur les productions alimentaires et industrielles.

D'autre part, on trouvera des cas où la présence de mouches tsé-tsé empêche tout élevage de gros bétail, même avec le concours

d'une bonne prophylaxie; on en sera réduit à ne pratiquer que les petits élevages de cabris, porcs, moutons. Les plantes destinées à la nourriture des hommes et à l'industrie deviennent alors spécifiquement le fond de l'assolement.

La production du fumier, *fondement de toute agriculture rationnelle,* devra, en conséquence, être envisagée de manières différentes, évoluant de la préparation du fumier naturel, dans le premier cas, à la fabrication du fumier artificiel, dans le second.

Les moyens de travail. — C'est proprement la quantité d'énergie disponible à l'hectare cultivé.

Dans le cas général actuel, les seules énergies disponibles ont pour source les bras des hommes et parfois la force des bœufs.

Ceci nous ramène aux hypothèses précédentes :

a) L'élevage des bovins est possible; alors on peut, au moins dans les terres légères, employer la charrue; de plus, l'emploi des charrettes à bœufs est toujours possible et l'on peut transporter facilement les produits, le fourrage, le fumier, ce dernier étant particulièrement important, car il est pratiquement inutilisable si son transport doit être fait à tête d'homme;

b) Pas de bœufs : on en est réduit à la seule force humaine. Ceci rend l'emploi des fumiers pratiquement irréalisable, sauf si on peut les transporter en camion.

Dans les deux cas, on ne peut pas se servir d'engrais verts, car ni la houe ni la petite charrue ne sont capables de les enfouir.

La présence de tracteurs transforme le problème.

En effet, le travail très dur du défrichement trouve sa solution dans l'arrachage des arbres au treuil ou au bulldozer. Les labours et, d'une manière générale, les travaux du sol sont faits mécaniquement. Le chargement, le transport et l'épandage du fumier n'emploient qu'une main-d'œuvre extrêmement réduite.

Suivant les cultures et la situation démographique, les semis, les binages, la récolte sont à envisager soit à la main, soit mécaniquement.

Les engrais. — Le travail mécanique nécessitant de gros capitaux qu'il faut rémunérer, on ne peut se contenter de rendements médiocres; à cet effet, outre l'emploi du fumier, toujours nécessaire, on devra utiliser des engrais chimiques.

La solution simple mais coûteuse consiste à les importer de l'extérieur.

Il est des engrais qu'on peut trouver sur place; ce sont notamment :

Les os, qu'il est facile de réunir, sécher et pulvériser;

Le sang desséché;

Les déchets de poisson séchés;

Les cornes rapées;

Les phosphates de Pointe-Noire, qui, s'ils ne sont pas assez riches et abondants pour donner lieu à des exportations avantageuses, pourraient être utilisés sous forme pulvérisée dans le pays même;

Les engrais azotés de synthèse, qui pourraient être produits au cœur du pays même où existent d'énormes chutes d'eau faciles à capter;

Les tourteaux non comestibles : karité, etc.

Les assolements. — Il est toujours indispensable, au point de vue technique, de faire se succéder des plantes différentes sur un même terrain, dans un ordre déterminé par l'expérience, avec des intervalles de jachères plus ou moins longues, productives ou non de plantes économiques.

Ces assolements sont déterminés d'après les plantes techniquement possibles et aussi suivant la nature du sol, les risques d'érosion, l'effet des plantes de rénovation du sol et la durée pendant laquelle elles doivent être maintenues pour être efficaces.

On arrive finalement ainsi à un nombre très réduit de combinaisons dans chaque milieu considéré.

En effet, à ces considérations écologiques viennent s'ajouter les considérations commerciales, qui dépendent des voies de communication vers les points de consommation ou d'exportation; la présence ou l'absence d'industries de transformation peut rendre telle ou telle culture impossible ou, au contraire, très avantageuse.

L'expérimentation. — On peut maintenant se rendre compte du très grand nombre de questions techniques à élucider, de sélections à entreprendre, de difficultés à vaincre quant à la régénération des sols, à la lutte contre l'érosion, à la défense des cultures, etc.

A dire vrai, on nage dans l'inconnu, le nombre de points vraiment élucidés est très faible en fonction de tout ce qu'on ne sait pas ou qu'on sait mal.

Un effort énorme d'expérimentation reste à entreprendre et à poursuivre avec une inlassable ténacité. Il y faut de gros moyens financiers qui ont cet avantage d'être sûrement payants; on en a un exemple évident, sur place, avec la culture du coton qui, appuyée sur un réseau de stations de recherches travaillant depuis plus de quinze ans, a amené cette production à être la base fondamentale de la richesse de tous les pays du Centre Afrique, où sa culture est écologiquement à sa place.

Un plan d'expérimentation générale a été établi et est en voie de réalisation, mais sa mise en place demandera du temps, surtout pour former les chercheurs et leurs auxiliaires européens et autochtones; les résultats sont lents, car, en matière agricole, un essai dure

un an, il faut souvent le répéter, le modifier, vérifier les conclusions. Il faut là une continuité de vues inébranlables et bien savoir que beaucoup d'argent doit être dépensé avant que des résultats pratiques en résultent.

Or, il en faut passer par là, sous peine de rester en arrière au point de vue technique, ce qui se traduit par des prix de revient trop élevés des produits invendables sur le marché mondial et l'impossibilité d'espérer une amélioration de la condition humaine.

B. — **Point de vue humain.**

Sans qu'on puisse voir là la moindre irrévérence, les agriculteurs font partie de l'ensemble biologique et économique qui détermine les productions de la terre.

La population. — La répartition et la densité de la population agricole sont très variables; on trouve depuis des chiffres supérieurs à 50 habitants au kilomètre carré dans certaines régions très fertiles jusqu'à moins de 1 dans les zones désertiques.

Le service de la statistique de l'A. E. F., à qui nous rendons hommage ici, a étudié cette question avec le plus grand soin et a fait, sans doute pour la première fois, un inventaire sérieux des populations Centre africaines.

Les facteurs ayant limité le développement du peuple dans le passé sont les suivants :

a) Les difficultés de vie inhérentes à la nature : le manque ou l'irrégularfité des pluies, la profondeur de la nappe phréatique qui nécessiterait le creusement de puits profonds;

La présence de la forêt équatoriale; les grandes surfaces inondées;

La présence des mouches tsé-tsé et, par suite, de la maladie du sommeil;

b) Les obstacles humains au peuplement :

L'esclavage est responsable du dépeuplement d'immenses parties de l'Afrique.

L'Est a été atteint par les razzias de l'Orient depuis les temps les plus reculés, avec pour effet de refouler les populations jusqu'à la limite où la mouche tsé-tsé est assez abondante pour interdire toute circulation à cheval, moyen de transport des razzous venant du Soudan anglo-égyptien et du Ouadaï. Certaines régions, comme les pays Sara, Mousseilles, Toubouris, ont été, elles, protégées par l'inondation du Chari et du Logone.

Les savanes du Moyen-Congo ont été atteintes par l'esclavage pour l'Amérique; il en est résulté un dépeuplement quasi total. Il en a été de même dans les savanes camerounaises qui furent également très exploitée, du point de vue esclavagiste, par les invasions Peuhls venant du Nord.

D'autre part, certaines coutumes amenant à des empoisonnements collectifs (ordalies), les guerres perpétuelles entre tribus, l'insécurité ayant pour cause l'anthropophagie ont aussi largement empêché un peuplement important de se développer.

On peut dire que, depuis vingt-cinq ans, toutes ces causes ont disparu du fait de la présence des Européens; mais cette présence a, elle aussi, eu parfois des effets néfastes.

Tant qu'il n'y a pas eu de routes, le seul moyen de transport a été le portage à tête d'homme. Certaines régions ont été ainsi en partie dépeuplées par fuite des habitants, mais aussi par la propagation de la maladie du sommeil, qu'on ne savait pas alors combattre, et de la syphilis, qui a fait des progrès effrayants, colportée qu'elle a été, dans beaucoup de villages indemnes, par les porteurs venant de régions contaminées.

Plus récemment, et alors parce que les déplacements sont devenus sûrs et faciles, aussi à cause de l'attirance des villes, les campagnes se dépeuplent tout comme dans les pays de vieille civilisation.

Par contre, on assiste depuis quelques années à un renouveau de l'augmentation de la population par disparition des raisons anciennes de dépeuplement et aussi parce que les mesures thérapeutiques et prophylactiques contre les grandes endémies commencent à porter leurs fruits. Cet effort doit être soutenu et de plus en plus amplifié; outre l'évidence de sa simple nécessité humanitaire, les résultats en sont payants, car la richesse d'un pays réside avant tout dans les hommes qui l'habitent.

L'amélioration de l'agriculture, partout où elle a été réalisée, a eu pour effet de permettre aux habitants de mieux se nourrir, on peut dire que les grandes famines périodiques ont totalement disparu et qu'on a le droit, maintenant, d'envisager la possibilité de fournir une ration azotée suffisante aux régions qui en ont été jusqu'à présent dépourvues.

Ces considérations font regarder dans un sens optimiste le développement des populations Centre Africaines qui ne fait que commencer à se relever d'un lourd passé.

LES COUTUMES ET LA PROPRIETE.

Il ne saurait s'agir ici d'étudier même sommairement les coutumes du vaste territoire qui nous occupe, il y a eu déjà maints volumes publiés sur ce sujet et il en faudrait encore écrire bien d'autres pour élucider définitivement la question.

Dans chaque cas particulier, il est indispensable de connaître les us et coutumes locaux, tant sociaux qu'agricoles : en effet, sous des apparences semblant au premier abord, exciter l'étonnement, on leur retrouve toujours, après étude approfondie, des raisons valables, si

valables même que lorsqu'on s'en écarte, on arrive à déclencher de véritables catastrophes.

Un seul exemple suffira : dans diverses régions, et en Oubangui en particulier, la nécessité de réunir une main-d'œuvre nombreuse pour l'ouverture et l'entretien des routes, a conduit à ramener et à fixer le long des routes les villages jusque là dispersés dans la brousse.

Pendant dix à quinze ans, il n'est pas apparu d'inconvénient notable résultant de cette mesure administrative.

Seulement, il y a vingt-cinq à trente ans que cet état de choses subsiste, on peut observer maintenant que le long des voies de communication et dans un rayon souvent de 10 à 15 kilomètres des villages, la terre est devenue improductive et envahie par l'Imperata.

La coutume aurait voulu que les villages soient déplacés tous les dix à quinze ans pour chercher de nouvelles terres de culture pendant que les anciennes reprendraient peu à peu leur fertilité par le renouveau que lui apportent les herbes et les arbres de repousse naturelle.

On a attribué à faux la coutume des déplacements de villages à je ne sais quelle humeur voyageuse des Africains et on n'a pas voulu en tenir compte. Le résultat est maintenant acquis, des dizaines et même des centaines de milliers d'hectares ont perdu leur fertilité et ne la recouvreront que dans un temps très éloigné, à moins que le reboisement et les pratiques coûteuses de régénération des sols n'y portent remède. Il est devenu indispensable et absolument urgent de procéder à un inventaire des sols cultivables dans de bonnes conditions et d'y ramener les villages qui, trop souvent, n'ont plus maintenant de terres de culture convenables à moins de 10 à 20 kilomètres; sinon, la baisse des rendements, déjà très marquée, s'accentuera, la peine supplémentaire causée par l'éloignement du lieu de travail rebutera de plus en plus les jeunes gens, qui réagissent à cette situation en désertant les campagnes pour la ville, où ils viennent grossir le prolétariat mal nourri, mal pourvu de travail, désorganisé socialement, qui constitue rapidement un très grave et incontestable danger social.

Le régime de la propriété doit aussi être envisagé sous l'angle de la coutume dont la méconnaissance peut amener l'échec complet de toute organisation agricole qui ne tiendrait pas compte de ses principes.

Il n'y a pas, en Afrique, de biens vacants et sans maître.

Les terres sont toujours appropriées à des groupements humains, à des familles, voire à des individus suivant les régions, les climats, la densité de la population. Les droits de propriété peuvent être appliqués à la culture, à la chasse, à l'élevage.

Le travail agricole. — Le travail agricole n'est pas effectué par les mêmes personnes pendant toute la durée du cycle végétatif des plantes.

En principe, les gros travaux de défrichement sont faits en commun par les hommes du village ou par des confréries d'âge, sortes de sociétés mutuelles parfois semi-initiatiques. La rétribution est fournie en nature et parfois en argent, soit à un prix convenu, soit, plus souvent, par une proportion déterminée de la récolte.

Le houage, le semis, la récolte et sa préparation sont presque toujours faits par les femmes, la récolte étant attribuée à la famille; cependant, là où des récoltes sont vendues au marché une part de l'argent leur reste généralement.

Les cultures autour des cases, mil, patates, légumes, sont faites exclusivement par les femmes et le produit leur appartient, tout au moins pour la part non consommée par la famille.

D'une manière générale, le travail agricole repose essentiellement sur elles, les hommes n'effectuant que quelques gros travaux, ils s'occupent essentiellement de la chasse, de la pêche, des troupeaux de gros bétail. Et encore, dans beaucoup de régions sont-ce encore les femmes qui pêchent les petits poissons de rivières et de marécages.

Outre les besognes purement agricoles, ce sont bien entendu, encore elles qui pilent le mil, préparent le manioc, font la cuisine, vont chercher l'eau, etc .., etc...

Cet état de choses a une conséquence inattendue, l'élément féminin n'ayant aucune action sur la vie publique des communautés agricoles, les perfectionnements allégeant le travail ne soulèvent souvent aucun enthousiasme chez les hommes, *car ils n'en sont pas les bénéficiaires directs*.

Naturellement, il ne faudrait pas prendre ces considérations au pied de la lettre, car il y a de nombreux cas où la répartition du travail est bien moins nette et où les tâches sont mieux réparties; cependant, le principe des tâches agricoles retombant en grande majorité sur les femmes est tout à fait général en Afrique et explique le fait que lorsque miniers ou colons ont l'intelligence de fixer les familles sur leurs exploitations, ils y trouvent une grande facilité, car, alors, la situation est inversée : les hommes travaillent et les femmes à qui les vivres sont fournis, n'ont plus à faire que la cuisine, ce qui est une amélioration immense de leur condition.

Si, dans la vie publique, l'élément féminin est pratiquement réduit au silence, il n'en reste pas moins que son influence familiale est prépondérante et que, par suite, lorsque son travail est allégé par de nouvelles machines, pompes, moulins, charrettes à bœufs, voire instruments agricoles, il s'en dégage une grande satisfaction collective éminemment favorable à l'esprit de progrès; une action évolutive doit donc être entreprise sur cette base, elle n'est pas très spectaculaire, mais extrêmement efficace. En tout cas, toute nouvelle organisation du travail doit en tenir compte en première ligne, sous peine d'impopularité et d'échec.

L'ENSEIGNEMENT ET LA PROPAGANDE AGRICOLE.

En Afrique plus qu'ailleurs toute évolution de l'agriculture doit être poursuivie par des hommes compétents et les méthodes nouvelles doivent être répandues jusque dans les villages.

Il est indispensable à cet effet de pouvoir disposer le plus rapidement possible d'un grand nombre de personnes ayant reçu une instruction et une formation agricoles.

Il ne suffit pas d'envoyer d'Europe des Agents d'agriculture et de former dans les écoles supérieures d'Europe ou d'Afrique des ingénieurs d'origine africaine; quels qu'ils soient, ces ingénieurs auront besoin d'un nombreux personnel subalterne, qui ne peut être utilement instruit qu'en Afrique.

En conséquence, l'enseignement agricole moyen et élémentaire doit être, au plus vite, développé très largement sur place, ceci ayant pour corollaire indispensable à la diffusion aussi large que possible de l'enseignement primaire à la base, seul capable de permettre à tout le monde de comprendre les nouveautés à introduire et aussi de fournir une large facilité de recrutement pour les enseignements plus élevés. On insiste sur cette nécessité et cette urgence extrême de l'instruction primaire généralisée, sans laquelle tous les autres efforts de perfectionnements agricoles ou autres seront vains.

La propagande pour les méthodes plus perfectionnées est une nécessité absolue, il faut atteindre tous les agriculteurs, comment le fera-t-on s'il n'y a pas, dans chaque village, des gens capables de comprendre et de lire le français; la diffusion orale, seule possible au début, sera rapidement insuffisante; nous en avons des exemples typiques dans les grands pays : U.S.A. et U.R.S.S. où la propagande agricole a produit des effets rapides et considérables.

Il s'agit d'une transformation radicale des systèmes et des méthodes de culture; c'est une œuvre immense qui ne se fera qu'avec le concours de l'ensemble de la population, laquelle ne s'y intéressera rapidement qu'avec l'aide d'hommes instruits pour qui la nécessité du progrès sera devenue une évidence indiscutable, dont ils voudront faire profiter tous leurs concitoyens.

IV. — LES TYPES D'ORGANISATION SOCIALE DE L'AGRICULTURE

Deux grands types d'organisation sociale peuvent être envisagés : l'évolution au départ du cadre traditionnel et d'autre part, la création d'emblée de grandes exploitations du type industriel.

Ces deux systèmes ne s'excluent pas, ils peuvent coexister même là où l'agriculture mécanisée ultra-moderne n'est pas une nécessité immédiate par suite du manque de population.

A. — **Les aménagements successifs de l'agriculture traditionnelle.**

a) La fixation des villages par le raccourcissement des jachères.

La régénération naturelle des sols par retour à la brousse dure de vingt-cinq à septante-cinq ans suivant les conditions écologiques, ceci s'entendant de terres qui n'ont subi qu'une seule rotation de récoltes durant de trois à cinq ans, c'est-à-dire non épuisées à fond.

Il s'ensuit qu'une fois que toutes les terres à distance raisonnable du village ont été cultivées au bout de dix à quinze ans, il faut déplacer le village pour rechercher une nouvelle zone de travail.

Dans ces conditions, toute amélioration d'urbanisme est impossible; il faut fixer les villages, non pas comme autrefois, pour avoir de la main-d'œuvre afin de construire et entretenir les routes, mais dans l'intérêt des cultivateurs; on pourra alors construire des maisons durables, creuser des puits, les munir de pompes, créer des dispensaires, des établissements de mutualité, des municipalités, en général, faire accéder l'ensemble des campagnards à la civilisation moderne.

La condition absolue de fixation des villages suppose qu'on pourra indéfiniment cultiver les terres nécessaires à l'activité des habitants, à une distance aussi réduite que possible de leur habitation.

A cet effet, il est indispensable de *raccourcir la période de jachère, sans nuire au renouveau de fertilité dont cette pratique est l'objet.*

Dans l'état actuel de nos connaissances la régénération des sols africains peut être réalisée par la création de jachères herbeuses ou arborées obtenues par semis ou par des plantes de jachère à la suite, ou mieux, dans la dernière sole de culture.

La durée de la jachère est ainsi ramenée à sept à dix ans, ce qui conduit à un assolement de dix à treize ans : trois années de culture, avec sept à dix de couverture du sol par des plantes améliorantes.

Il est permis de penser qu'avec l'emploi du fumier, des engrais verts et des engrais chimiques, la durée de la jachère pourra tomber de trois ou quatre ans en fournissant par elle-même des produits fourragers, tout comme cela se passe sous des climats tempérés avec les jachères de prairies temporaires et de légumineuses.

b) L'amélioration des conditions techniques.

La fourniture aux agriculteurs de semences de bonne qualité appartenant à des espèces sélectionnées pour la région considérée présentant des qualités technologiques des meilleures, est une mesure qui augmente à la fois le rendement et la valeur des récoltes. L'amélioration des semences a donné, pour le coton, des résultats extrêmement concluants qui devraient être étendus aux autres plantes alimentaires et industrielles.

Pour cela, il faut des stations expérimentales où des généticistes étudient les variétés locales, en introduisent de l'extérieur et, au besoin, en créent de nouvelles. Les petites quantités de semences extra

pures sortant des stations sont multipliées à un ou deux échelons dans des fermes spéciales, sous le contrôle des services scientifiques. Ces fermes peuvent appartenir, soit au Gouvernement, soit aux Unions de coopératives dont il sera parlé plus loin, cette dernière solution nous paraissant la meilleure.

Cette amélioration des semences est une source de profits universellement reconnue et pour laquelle tous les pays où l'agriculture est traitée scientifiquement, n'hésitent pas à dépenser des sommes considérables, largement remboursées par la plus-value énorme des récoltes qui en résulte.

Ce que nous venons d'indiquer concernant le règne végétal est tout aussi valable pour les animaux.

Là aussi des résultats remarquables ont déjà été obtenus notamment au Cameroun, par une société privée et au Congo belge où, partant de la petite race de bovidés des lagunes, résistante à la maladie du sommeil, on est arrivé à faire de l'élevage dans des pays à tsé-tsé. Des croisements, des sélections, des études sur les méthodes d'alimentation ont permis une augmentation de volume des animaux ainsi que de leurs qualités laitières.

En A.E.F., des sélections sont en cours sur des races locales et quelques améliorations encourageantes ont été réalisées.

L'outillage agricole est extrêmement réduit, il se compose en principe de houes, de petites haches et de machettes; la première amélioration à faire serait qu'il y ait assez de ces outils; or, il n'en est pas partout ainsi, et la culture du sol avec un bâton durci au feu n'a pas encore disparu, non par routine, mais faute de mieux.

Toutes choses sont portées sur la tête; aussi, là où les bovidés peuvent vivre, le progrès, constitué par l'emploi de charrettes à bœufs, est-il quelque chose de très important. Il suffit d'ailleurs d'importer les roues et les essieux, la charrette elle-même pouvant être fabriquée dans le pays. On se rendra compte du soulagement ainsi apporté à la main-d'œuvre quand on sait qu'une charrette d'une force de 500 kilos porte la charge de 20 hommes.

Dans certains cas assez rares, la charrue tirée par des bœufs peut rendre quelques services, mais on ne pense pas que ce soit une solution générale, car les bœufs, sous le climat soudanais, résistent mal à un effort continu comme celui exigé par le labour.

La vraie solution est fournie par la traction mécanique qui permet de remplacer progressivement le travail humain, dans presque tous les travaux agricoles; en outre, un point très important consiste en la possibilité ainsi créée de répandre et d'enfouir le fumier si nécessaire à toute agriculture à grand rendement; de même l'enfouissement des engrais verts présentant une grande masse végétale ne peut se faire autrement. La charrue à bœufs en est incapable.

Seulement, il faut mettre au point de A à Z l'emploi des machines en régions équatoriales de grande culture d'assolement; cela n'a, à notre connaissance, encore été fait nulle part, pour la raison simple que si on regarde une carte, on s'aperçoit qu'entre le 5e degré Sud et le 12e degré Sud il n'existe, dans le monde, aucun pays, sauf cependant certaines vallées basses du Pérou, à agriculture perfectionnée écologiquement comparable.

Il faut donc d'abord savoir quels seront les tracteurs à choisir, les machines à y adapter, les époques et l'intensité des façons culturales en fonction des dangers de l'érosion et de l'envahissement de l'imperata, et combien encore d'autres problèmes.

Cette expérimentation n'en est qu'à ses débuts et demandera plusieurs années avant que les premiers résultats puissent être exploités d'une manière générale.

La culture mécanique est, sans doute possible, le moyen indispensable pour arriver à faire donner à la terre d'Afrique tout son rendement, mais il y faudra un temps assez long, sûrement pas moins de vingt-cinq ans; en attendant, il faut vivre et perfectionner tout ce qui peut l'être dès maintenant. Le champ d'action est d'ailleurs vaste et on peut déjà soulager largement le cultivateur africain avant de songer à généraliser l'emploi du tracteur.

Outre l'outillage à main et les charettes dont il a déjà été dit un mot, on pourrait utiliser déjà diverses machines qui remplaceraient beaucoup de travail manuel.

Les moulins à mil, les râpes à manioc, les presses à huile, les décortiqueurs à riz, les égrenoirs à maïs, les batteuses à mil et à riz, rendraient déjà d'immenses services dans les villages en soulageant les femmes d'une partie importante de leur labeur incessant.

L'amélioration des bâtiments ne pourra être efficacement entreprise que lorsque le perfectionnement agricole sera parvenu au stade du raccourcissement de la jachère permettant la fixation des villages.

D'ici là toute une étude est à entreprendre sur les types d'habitation et de bâtiments de ferme convenables pour chaque région, en effet, là aussi, il faudra chercher à bien comprendre le pourquoi et le comment des manières de construire actuelles qui, si imparfaites soient-elles, ont leurs raisons d'être en fonction du climat et des usages sociaux. Des tentatives ont naturellement déjà été faites en différents points du territoire sur des plantations et en ville, or les réussites sont peu nombreuses et très souvent les intéressés apprécient mal la nouvelle maison, tout simplement parce qu'elle n'est pas adaptée à leurs besoins.

De très grandes améliorations foncières sont à réaliser, il y a des régions se mesurant par centaines de kilomètres, sur lesquelles l'inondation pourrait être disciplinée et organisée pour assurer la production annuelle de milliers de tonnes de produits alimentaires et industriels.

Sans envisager de suite les dépenses considérables et les études prolongées que nécessiteront ces réalisations, il y a des quantités de travaux de moindre envergure qui pourraient être réalisés à l'échelle des possibilités actuelles et qui, cependant, amèneraient localement de profonds changements et de grands profits tout en permettant de se rendre compte des meilleures méthodes à employer pour l'irrigation, le drainage, etc... On serait ainsi en mesure de les généraliser à coup sûr quand des travaux d'ensemble ayant pu être menés à bien, on en arriverait à la mise en culture des énormes étendues de la Mésopotamie tchadienne.

B. — **La valorisation des produits.**

Les produits du sol sont, les uns, utilisés à la nourriture des producteurs, les autres vendus.

Les produits vendus, à part le surplus de nourriture, doivent généralement subir un traitement industriel pour pouvoir être utilisés ou transportés au loin.

Le cas typique d'organisation d'une industrie agricole généralisée est fourni par l'égrenage du coton dont la culture a pu ainsi se développer largement.

Mais il y a aussi des exemples non moins caractéristiques de plantes d'exportation dont la culture ne s'est pas développée au delà des besoins des producteurs parce qu'il n'y a pas d'usines de traitement. C'est le cas du riz, faute de rizeries, et celui de l'arachide, inexportable en graine et encore moins en coque, mais exportable sous forme d'huile; ceci simplement parce qu'il n'y a pas d'huileries. De même, des quantités importantes de fibres succédanées du jute pourraient être exportées s'il y avait des usines de rouissage et de triage pouvant traiter sur place les plantes capables de fournir ces fibres.

La vente du coton est bien organisée par les compagnies d'égrenage et l'administration, assurant ainsi aux producteurs des marchés rapprochés de chez eux, un pesage et un paiement exacts leur donnant toute garantie.

Il n'en est pas toujours ainsi pour divers autres produits pour lesquels les achats en boutique ou par les colporteurs sont loin d'être aussi commodes et aussi sûrs pour les producteurs.

Des sociétés de prévoyance pour l'achat de machines et la vente des produits ont été montées sous l'égide de l'administration dans des conditions imparfaites, elles ont rendu des services quand l'administrateur chargé de les gérer s'y est employé avec l'énergie et la compétence désirables, le plus souvent le cultivateur ne voit là qu'une cotisation à payer et la considère comme un impôt supplémentaire, sans rien comprendre au rôle et au but de ces organisations.

Il n'est pas douteux qu'il y aurait grand avantage à la création de coopératives de vente des produits permettant à ses membres de tirer

toute leur valeur des marchandises par eux produites; de même des coopératives d'achat leur seraient très nécessaires pour se procurer des instruments, des machines, des engrais dans de bonnes conditions de prix de revient.

C. — **Le progrès social.**

L'amélioration de l'habitation, tant dans sa construction que dans son mobilier est un progrès urgent et dont la nécessité est vivement ressentie par les autochtones dès qu'ayant une instruction même élémentaire, ils ont accédé à une classe sociale supérieure à celle des villageois.

Sans aller à l'extrême du modernisme qui ne serait d'ailleurs souvent pas bien pratique au cœur de l'Afrique, des perfectionnements simples rendraient déjà beaucoup de services. Un des plus appréciés est la lumière électrique et aussi l'introduction de quelques ustensiles de cuisine plus perfectionnés que la simple cuvette et les calebasses qui constituent souvent tout le matériel du ménage; on a indiqué plus haut les machines qui éviteraient aux ménagères le travail du pilon, long et pénible, si caractéristique de l'Afrique Noire primitive.

Le creusement de puits convenablement établis, c'est-à-dire constitués par des buses de ciment du type Fréry permettrait d'avoir de l'eau propre au village même; ce serait un immense service à rendre à de très nombreuses agglomérations que de les munir de puits et cela tant du point de vue de la diminution du travail des femmes que de celui de l'hygiène.

A cet égard, la situation est très souvent la suivante : des villages situés loin des rivières et n'ayant que des puits insuffisants s'alimentent en eau dans des mares qui souvent s'assèchent pendant la saison où il ne pleut pas, il faut alors chercher l'eau au loin, parfois à 20 kilomètres; vienne la pluie, les mares s'emplissent de même que les puits sans margelle qui sont les plus nombreux, il y a de l'eau, mais elle a d'abord lavé les abords du point d'eau ainsi formé, c'est une sorte de boue claire, chargée d'innombrables microbes, la dysenterie se déclare alors régulièrement, affaiblissant toute la population et tuant les enfants par milliers tous les ans.

Un bon puits porterait remède à cette situation; il serait encore mieux de le munir d'une pompe, mais alors, il faut la choisir de modèle très simple et très solide, de plus, en cas de panne, il est nécessaire qu'on puisse tout de même puiser de l'eau avec des seaux ou des calebasses; de semblables détails peuvent paraître insignifiants, on les signale pour avoir vu échouer de louables efforts et de grosses dépenses, pour ne pas les avoir respectés. Les moyens mis à la disposition des populations doivent, en effet, être toujours adaptés à leur degré de développement social.

La fourniture d'eau propre et, si possible, abondante est le commencement d'une hygiène améliorée; c'est un moyen très efficace car les autochtones de l'Afrique Centrale ont un caractère commun qui est la propreté, quand ils ont de l'eau à leur disposition ils s'en servent.

Une mesure d'hygiène simple consisterait à arriver à ce que chaque habitant dispose d'une moustiquaire et d'au moins une couverture, on éviterait ainsi beaucoup d'accidents de malaria et un nombre énorme d'affections pulmonaires qui prennent souvent des formes épidémiques très graves en saison fraîche, ceci, surtout dans les régions humides à brouillards matinaux.

Chaque canton devrait disposer d'un dispensaire et chaque village d'au moins un infirmier charge, en dehors de ses fonctions d'aide au corps médical, de la surveillance des gîtes à moustiques et à mouches tsé-tsé.

Les consultations prénatales et la présence de sages-femmes diplômées évitent, là où il y en a, des quantités énormes d'accidents à la naissance et dans le premier âge.

La diffusion de l'instruction jusqu'au fond des campagnes les plus reculées est probablement le meilleur et, en tout cas, le plus sûr moyen pour que les perfectionnements à faire adopter par les Africains le soient facilement et même avidement.

Les autochtones désirant au premier chef s'instruire, on a entendu bien des fois des chefs de village ou de canton s'écrier : « Envoyez-nous un maître, nous nous chargerons de construire l'école et sa case ».

La difficulté pour le moment est la formation des instituteurs, qui sont très loin d'être assez nombreux, des efforts sérieux dans ce sens sont faits depuis quelques années, mais le manque de diffusion de l'instruction à la base ne permet pas encore une assez large sélection des candidats

Le développement de l'agriculture et surtout du machinisme va créer un appel considérable vers des professions mécaniques pour lesquelles il sera pratiquement indispensable de posséder au moins une bonne instruction primaire.

Si, comme on le pense, les coopératives se développent dans les régions agricoles, il y faudra un grand nombre de secrétaires, de comptables, d'agents de tous genres qui, naturellement, devront être des gens disposant d'une bonne instruction.

Il faut promouvoir l'instruction dans le Centre Afrique avec une extrême énergie en y mettant tout le personnel et l'argent nécessaires, sinon tout progrès sera impossible et ne pénétrera pas dans les masses agricoles qui, si elles ne sont pas instruites, n'y verront qu'une nouvelle « manière » inventée par les blancs pour les exploiter.

On pense que le progrès économique et social qui se répandra dans le Centre Afrique amènera les gens du pays à une situation plus

aisée qui leur rendra moins nécessaire la vie tribale qui n'est rien d'autre qu'une réaction de défense contre les difficultés suscitées par la nature et par les hommes. L'évolution vers l'individualisme et l'indépendance, si chère, au cœur de la plupart des Africains, devenant possible, pourrait très bien prendre rapidement des formes anarchiques si l'instruction civique n'est pas enseignée dès le commencement, de manière que les hommes, se libérant de l'emprise des phénomènes naturels et de l'oppression de leurs semblables se rendent compte néanmoins de la nécessité de leur solidarité, ce ne doit pas être difficile, car tous ceux qui connaissent vraiment les Africains, savent combien ils sont sensibles aux qualités de cœur et aux sentiments de fraternité.

D. — **Les grandes entreprises de culture industrialisée.**

Il existe des régions peu ou presque pas peuplées pour des raisons de divers ordres; dépeuplement par l'esclavage, absence d'eau à faible profondeur, grandes zones d'inondation.

Dans ces régions-là il ne saurait être question de développer l'agriculture existante, car elle n'existe pratiquement pas; le seul moyen de mise en valeur doit être recherché dans l'organisation d'exploitations ayant besoin d'aussi peu de main-d'œuvre que possible, cette main-d'œuvre spécialisée devant d'ailleurs disposer de conditions de vie en rapport avec le niveau technique supérieur qui leur sera indispensable.

On en arrive ainsi à concevoir la création d'une culture industrialisée compatible seulement avec de forts rendements et par suite avec une technicité excellente.

Ce genre d'agriculture nécessite des études préalables importantes faites dans des exploitations pilotes, munies de spécialistes scientifiques, mais aussi de véritables éducateurs, techniciens avertis comprenant et aimant leur personnel que leur mission fondamentale consiste à former à des travaux et à des disciplines entièrement nouvelles pour lui.

Il y a deux grands types d'agriculture industrielle suivant qu'il s'agit de terres irrigables ou de culture « à sec », c'est-à-dire soumise au seul régime des pluies.

La grande culture irriguée est essentiellement productrice de riz comme plante alimentaire et de coton ou de plantes à fibre d'écorce, produits industriels. Ceci ne veut pas dire que la production de bien d'autres produits ne soit pas réalisable, tels la canne à sucre, les fourrages, le maïs, avec, sur les soles intermédiaires non irriguées, les arachides et le soja.

L'irrigation nécessite de grands frais qui doivent être amortis sur de très longues durées; en effet, il ne suffit pas de faire des barrages de prise d'eau, il est nécessaire aussi de régulariser et d'emmagasiner

les crues par des barrages réservoirs dans les régions montagneuses; pour utiliser convenablement l'eau ainsi disciplinée, il faut creuser des canaux, niveler les terres, éliminer l'excès des eaux d'arrosage; c'est un travail immense qui doit être étudié avec le plus grand soin dans chaque cas particulier.

Mais les résultats en sont proportionnés à l'effort, en effet, par ce moyen les régions incultes et sans hommes deviennent les plus productives et se peuplent rapidement.

On en veut donner ici trois exemples modernes typiques en des points du monde très différents :

La Vallée du Tennessee aux U.S.A.

Les irrigations de l'Amou Daria en U.R.S.S.

La Djéziré au Soudan Anglo-Egyptien.

La région à organiser sur ces principes en Afrique Centrale est celle du système du Tchad et de ses affluents : Chari, Logone, ainsi que le Mayo-Kebby et la Haute-Bénoué jusqu'à leur réunion dans la plaine de Garoua au Nord Cameroun.

On retrouve là toutes les possibilités techniques permettant d'associer l'agriculture avec les industries qui en découlent, tout en trouvant l'utilisation de la force électrique considérable récupérable sur les barrages régulateurs

Un embryon d'organisation d'études existe : c'est la Commission du Logone, mais il faudrait envisager l'opération de mise en valeur dans son ensemble car les résultats à attendre d'une pareille mise en valeur sont énormes : c'est tout simplement l'ouverture à la production moderne irriguée d'une région grande comme la France qui pourrait fournir des vivres et des produits industriels par centaines de milliers de tonnes et transformer radicalement l'économie du Centre africain.

La culture à sec est quelque chose de comparable à la grande culture mécanique des fermes des pays tempérés.

Là aussi il faudra commencer par des méthodes à jachères longues, tant qu'on n'aura pas mis au point les procédés convenables de régénération des sols au moyen des plantes améliorantes permettant de ramener à trois, quatre ans la durée d'occupation du sol par ces plantes que, on y insiste, l'emploi du fumier et des engrais chimiques, ne saurait remplacer.

On peut arriver à cultiver de très grandes surfaces avec une main-d'œuvre très réduite dans tous les cas où le semis, les binages et la récolte peuvent être effectués mécaniquement. Ces procédés et les machines adéquates existent en Amérique *pour des sols et des climats très différents des nôtres; la mise au point,* en fonction des conditions spéciales, non seulement de l'Afrique centrale mais aussi de chacune

des régions si diverses de cet immense territoire, *reste entièrement à faire*.

Ce travail est commencé ou tout au moins les premières commandes sont en cours. Il devra être entrepris dans chacune des grandes régions agricoles en même temps que les essais d'assolements et de jachères. On formera simultanément le personnel spécialisé indispensable à la conduite et à l'entretien de ce matériel nouveau tant pour les Européens que pour les autochtones. On ne saurait donc apporter trop de soins à cette expérimentation et à la formation du personnel qui, au début, devra non seulement apprendre son métier, mais aussi être capable de l'enseigner à tous les conducteurs et agents que nécessitera une large extension de ces entreprises.

Les principales cultures à envisager sont celles du mil et du maïs comme céréales; du manioc, des arachides et du soja à titre de plantes oléagineuses; le coton et les succédanés du jute comme plantes à fibres.

Les régions se prêtant à ce type d'exploitation se trouvent essentiellement dans la région du Niari au Moyen-Congo, les steppes herbeuses de l'Adamaoua, de l'Est du Cameroun et de l'Ouest de l'Oubangui; quelques parties limitées du Centre et de l'Est de l'Oubangui; enfin, certaines régions peu peuplées, pour cause de manque d'eau superficielle, dans le Sud du Territoire du Tchad.

On peut considérer que ces exploitations où la mécanisation sera poussée à l'extrême, pourront avantageusement servir de centre de diffusion du machinisme dans les régions peuplées, à qui elles serviront de fournisseurs de personnel spécialisé et de station de réparation, quelque chose d'analogue à l'organisation russe des fermes d'Etat (sovkoses) par rapport aux kolkoses qui les environnent.

V. — LA COOPERATION AGRICOLE

L'œuvre à réaliser par la coopération consiste à amener l'ensemble des spéculations agricoles africaines au niveau des perfectionnements techniques mondiaux, de manière à élever le standard de vie en Afrique Centrale au maximum compatible avec les conditions écologiques déterminées par le milieu naturel.

Cette œuvre ne peut être menée à bien qu'avec le concours de tous ceux qui vivent dans ces territoires ou en tirent des revenus, que ce soient les populations autochtones, les Européens travaillant dans les pays considérés ou les personnes de l'extérieur qui ont ou auront des capitaux engagés dans les entreprises africaines.

Il est donc nécessaire de prévoir une organisation des activités diverses concourant vers le but commun défini ci-dessus.

Les grands groupes d'activité dont l'action doit être coordonnée peuvent être définis sommairement comme suit :

a) Les agriculteurs et les éleveurs qui ont besoin de se procurer des moyens destinés à augmenter le rendement de leurs efforts, de s'organiser pour apprendre à se servir efficacement des méthodes et des instruments modernes de travail; de grouper leurs récoltes afin d'en tirer le meilleur parti commercial; de grouper leurs achats de matériel, de semences, d'engrais, d'animaux reproducteurs;

b) Les commerçants ou les coopératives de consommation, distributeurs sur place des produits locaux achetés aux coopératives de production;

c) Les industriels transformateurs et les coopératives de transformation préparant les produits agricoles, soit pour la consommation locale, soit en vue de leur exportation;

d) Les commerçants ou les coopératives de vente à l'exportation;

e) Les transporteurs;

f) Les organismes de financement à court, moyen et long terme;

g) Les organisations scientifiques de recherches;

h) Le gouvernement.

LES COOPERATIVES ET LEURS UNIONS.

Le principe coopératif fondamental suppose que tous les coopérateurs d'une même unité se connaissent et ont des intérêts aussi voisins que possible les uns des autres.

Ce principe permet de choisir la dimension de la cellule coopérative de base dont l'étendue pourra varier, suivant les régions et les coutumes, des exploitations de quelques familles à celles de tout un canton.

La gestion de ces coopératives sera assurée par un Conseil élu, mais comprenant le chef administratif de l'Unité territoriale et le « Chef de la Terre » là où il y en a; un des membres du Conseil sachant lire et écrire, ou un « clerc », tiendra les comptes.

Un ensemble de ces petites unités sera réuni en « Union des Coopératives »; la dimension en sera fixée dans chaque cas par la similitude des races et des intérêts, suivant les facilités de communication. Ces considérations devront l'emporter sur les notions de ciconscriptions administratives qui sont déterminées pour d'autres raisons.

Le Conseil de l'Union des Coopératives sera élu par les Conseils des Coopératives de base, avec un agent spécialisé pour la gestion des affaires et la tenue des comptes de l'Union; cet agent sera en même temps le conseiller des gérants des coopératives de base, afin de les aider et de les guider dans leur travail.

L'Agent d'Agriculture de la région et un représentant de l'Administration feront obligatoirement partie du Conseil des Unions.

Les Unions de Coopératives seront elles-mêmes groupées en « Fédérations » par territoire avec un Conseil d'Administration élu par les Conseils d'Unions; il comprendra obligatoirement le Gouverneur du Territoire, le chef des services agricoles et d'élevage, le président du Conseil local, le directeur local du Crédit Agricole, des représentants des organismes de recherches agricoles.

Des Fédérations dépendront les coopératives de transformation des produits, de centres de tracteurs, de consommation, de transport, d'exportation, etc. La gestion en sera assurée par un directeur spécialisé muni du personnel technique et comptable nécessaire.

Les Fédérations territoriales seront par elles-mêmes des unités complètes, mais elles pourront se réunir entre elles pour tout ou partie de leurs intérêts communs.

Il existera, en tout cas, un Consei Supérieur de la Coopérative, destiné à coordonner et à gérer les intérêts communs à l'ensemble des coopérateurs, tels que le financement, l'orientation générale des productions, la coordination des moyens d'évacuation, d'industrialisation, de vente à l'exportation. Le Conseil Supérieur organisera l'inspection de l'ensemble des groupements coopératifs.

Ce Conseil comprendra, outre les représentants élus des Fédérations, des représentants de l'Administration, des services techniques, des organismes généraux de recherches, du Crédit Agricole, des établissements de crédit, de la Chambre de Commerce Fédérale.

La liaison avec les Conseils locaux et le Grand Conseil sera assurée automatiquement, car il est bien certain que des membres de ces Conseils seront en même temps représentants de coopératives.

Le Conseil disposera d'un bureau permanent chargé d'assurer la continuité des affaires suivies pour le compte des Fédérations ou pour son propre compte.

La gestion de toute cette organisation nécessitera tout un cadre administratif et technique qui devra recevoir une formation spéciale en rapport avec les fonctions qu'il aura à remplir dans les coopératives, les Unions et les Fédérations. Il en faudra organiser le recrutement, la formation, la mise en place. Ce personnel devra posséder un statut qui ne sera pas administratif, mais régi par les usages du commerce et de l'industrie.

Les ressources des organisations coopératives seront fournies par les cotisations des membres, par un pourcentage sur les produits vendus en commun, sur les bénéfices d'exploitation des centres de machines, des usines de transformation, des transports, etc.

Des prêts pourront leur être consentis, avec d'abord, pour gage, les récoltes autres que celles de consommation familiale des coopéra-

teurs. Lorsque des améliorations foncières existeront, que des bâtiments auront été construits, les modalités habituelles des prêts de longue durée avec garantie hypothécaire pourront être envisagées.

La garantie solidaire sur les récoltes n'est pas un leurre, car il est pratiquement impossible de les soustraire à la vente en commun, et cela d'autant plus qu'on a affirmé en premier lieu que les coopérateurs d'une même unité se connaissent; ils surveillent donc celui qui voudrait vendre ses produits clandestinement, laissant ainsi toute la charge des dettes à ses camarades.

Un des rôles très important des Fédérations sera la mise en place et la gestion des centres de machines, d'industries agricoles, de groupements d'améliorations foncières.

Les centres de machines pourront dépendre d'entreprises intégralement mécanisées qui exécuteraient des travaux à façon pour les coopératives environnantes. Ils peuvent aussi être constitués dans ce dernier but seulement.

Des industries agricoles de transformation pour le riz, les arachides, la mouture, l'huilerie, les industries laitières, etc., peuvent être montées dans la forme coopérative aux divers stades des coopératives de base, des unions ou des fédérations, suivant l'importance des usines et le rayon d'approvisionnement intéressé. Cela peut aller d'un moulin à mil pour un village jusqu'à une huilerie travaillant 10.000 tonnes de graines par an.

Cependant la solution coopérative n'exclut en aucune manière l'initiative privée, comme cela se fait actuellement pour l'égrenage du coton; les industriels privés pourront conclure des contrats d'achat ou de travail à façon des récoltes des coopératives; suivant les arrangements, les produits finis appartiendront aux usiniers ou seront remis aux organisations coopératives pour vente sur place ou à l'exportation.

On pense que cette collaboration des affaires privées qui conservent toute leur initiative, sera un excellent stimulant de la production et aidera les coopérateurs à tirer la valeur maxima de leurs récoltes.

Les améliorations agricoles de grande envergure, telles que la constitution de vastes zones d'irrigation, demandant des investissements élevés et dont la rentabilité est longuement différée, ne pourront généralement pas être entreprises par voie coopérative directe; ce devra être fait par des entreprises privées avec participation de l'Etat, mais alors les coopératives devront participer à ces sociétés dès l'origine, afin que les remarquables perfectionnements ainsi obtenus soient suivis et aidés par les coopérateurs qui en seront ultérieurement les bénéficiaires.

VI. — CONCLUSION

L'agriculture de l'A. E. F. peut, dans les formes très diverses qu'impose la variété de ses sols, de ses climats, de son peuplement, évoluer dans le cadre de la coopération et avec l'appui du Crédit Agricole.

Les améliorations techniques et foncières pourront ainsi être facilement et rapidement financées, car les fonds ainsi engagés seraient garantis d'abord par la valeur des produits mêmes, puis par les centres de machines et enfin par l'énorme plus-value à attendre des améliorations foncières en constructions, industries, irrigations, drainages, etc., qui pourront ainsi être réalisées dans les meilleures conditions techniques, avec la collaboration directe des intéressés.

Les avantages matériels à en attendre pour les populations sont énormes; nous avons là à notre disposition un des plus puissants moyens de perfectionnement social. On en peut citer deux exemples fameux, chacun dans sa forme différente adaptée au génie particulier des hommes auxquels ils s'adressent. Ce sont, d'une part, la T. V. A. aux Etats-Unis et, d'autre part, la mise en valeur de la vallée de l'Amou Daria en U. R. S. S. Les conditions naturelles du Centre Afrique permettent d'y obtenir une réussite analogue; il faut le vouloir avec un entêtement inébranlable et y persévérer avec une méthode précise mais souple, s'appuyant constamment sur les données techniques acquises progressivement par l'expérience.

Cette immense révolution sera obtenue, pour le plus grand bien de tout l'ensemble des Africains et de l'Union française, sans heurt, car ce sera fait avec le concours de tous les bénéficiaires, qui seront eux-mêmes les artisans de leur progrès.

Maintien de la fertilité du Sol dans la caféière Robusta

par

F. THIRION et G. GEORTAY,

Chef et Assistant de la Division du Caféier (Inéac) à Yangambi.

INTRODUCTION

C'est devenu un lieu commun que d'insister sur la nécessité, dans les régions tropicales, d'assurer une protection convenable du sol. Or, à cet effet, les façons culturales qui peuvent être appliquées dans l'entretien des plantations, sont susceptibles de jouer un rôle important.

Aussi la question de la conservation du sol a-t-elle toujours retenu l'attention de la Division du Caféier; dès sa création, vers 1933, son premier chef, M. l'Inspecteur général SLADDEN, dressait un programme détaillé d'essais divers étudiant de nombreux aspects de ce problème complexe. Les expériences qu'il établit de 1934 à 1936 ont eu leur production contrôlée pendant dix ans et ce sont les résultats de trois d'entre elles qui font l'objet de la présente note.

Sans doute, le problème est encore loin d'être résolu dans son intégralité, mais les indications recueillies serviront utilement les planteurs et seront des plus précieuses à tous ceux à qui il incombe d'orienter les recherches futures sur le maintien de la fertilité du sol dans la caféière Robusta. Il en a été largement tenu compte dans l'établissement du programme actuel de la Division, où est inscrite la réalisation d'un vaste complexe cultural qui envisage la plupart des facteurs susceptibles d'influencer la fertilité du sol, tant dans le sens de sa conservation proprement dite que dans celui de son accroissement.

Un important enseignement acquis de ces premiers essais montre que, très fréquemment, l'analyse d'un traitement donné par le seul contrôle de la production n'est pas suffisante pour apporter une solution nette et définitive. La plante, comme tout être vivant, possède une certaine aptitude d'adaptation aux conditions de milieu, et il semble bien, à ce sujet, que le caféier Robusta jouisse d'une grande

plasticité. Il s'ensuit, par conséquent, que la réaction de la plante ne correspond pas toujours à l'importance du traitement expérimenté et qu'il est parfois nécessaire de contrôler pendant de nombreuses années la production des parcelles sous essai. Il arrive même, lorsque les différences de traitement sont faibles, qu'il est impossible d'obtenir de cette façon quelque indication sur leur valeur respective.

C'est pourquoi il s'est révélé indispensable de faire appel au concours d'autres services de l'Inéac, et plus spécialement à la Division de Pédologie, qui sera étroitement associée à toutes les recherches qu'entreprendra sous peu la Division du Caféier sur le sol des caféières. Cette collaboration permettra sans aucun doute de gagner et du temps et de la précision, au profit de tous ceux qui s'intéressent à la culture du Robusta.

EXPERIENCE D'ENTRETIEN N° 1
(1936 - 1947)

I. — **Protocole expérimental.**

A. — OBJETS MIS EN COMPARAISON :

On s'est limité, dans cette première expérience, à la mise en comparaison des quatre objets suivants :

I. — *Clean-weeding.*

II. — *Haies croisées* de *Leucaena glauca,* doublées en direction Nord-Sud d'*Indigofera suffruticosa.* Les produits de la taille des haies sont épandus au pied des caféiers.

III. — *Plantation en allées :* chaque bloc de 6 rangées de caféiers comporte de plus une bande de terrain large de 6 m. (équivalent de 2 rangées de caféiers) plantée d'*Indigofera suffruticosa,* fauché et mulché périodiquement au pied des caféiers.

IV. — *Plantation en allées :* même dispositif qu'en III, sauf que l'*Indigofera suffruticosa* est remplacé par le *Pennisetum purpureum.* Les objets II, III et IV comprennent, en plus du ring weeding des caféiers, un selected weeding de la couverture adventice croissant dans les interlignes.

B. — DISPOSITIF EXPERIMENTAL.

Carré latin de 4 objets à 4 répétitions.

Chacune des 16 parcelles couvre 1/4 Ha. et compte : 16 rangées de 16 caféiers (1.024 pieds/Ha. aux objets I et II, 12 rangées de 16 caféiers (768 pieds/Ha.) aux objets III et IV.

II. — **Aménagement.**

A. — TERRAIN.

Bloc de 4 Ha. couvert de grosse forêt abattue dans le courant de 1935. Le débitage suivi d'incinération, le terrassement et le défoncement des trous de plantation furent exécutés au cours du premier semestre de 1936.

B. — PLANTATION.

Le matériel planté est du *Coffea Canephora* (robusta) provenant de semence choisie sur les caféiers de Lula.

Les plants, âgés de six mois au moment de la mise en place en octobre 1936, furent disposés à 3 m. en carré.

Les caféiers furent conduits en tige unique.

C. — OMBRAGE.

Les essences d'ombrage installées durant le second semestre de 1936 comportaient :

Ombrage temporaire : *Sesbania aegyptiaca* : 3 m. sur 3 m.

Ombrage définitif : *Adenanthera pavonina* : 9 m. sur 9 m.

III. — **Observations.**

Pennisetum

Deux coupes furent exécutées annuellement en 1937, 1938, 1939. Le *Pennisetum* donnant des signes d'épuisement après la sixième coupe, les allées furent ensemencées de *Flemingia*.

Indigofera suffruticosa ·

Cette légumineuse réagissant très mal aux coupes successives et, par surcroît ne produisant que relativement peu de matière verte, on lui substitua la citronnelle (*Cymbopogon citratus*).

Citronnelle :

Plantée dans le courant de 1939, la citronnelle a produit 95 tonnes de matière fraîche en quatre coupes réparties sur 1940 et 1941.

Sesbania aegyptiaca :

Cette essence d'ombrage dut être supprimée prématurément parce qu'elle concurrençait visiblement le caféier et propageait, d'autre part, l'Armillaire

1946 à 1947 :

Il n'y a plus eu d'apport de mulch aux caféiers; les parcelles des objets II, III et IV ont été entretenues normalement par un selected-weeding, tandis que le clean-weeding continuait à être appliqué en I.

IV. — **Rendements.**

Ceux-ci sont exprimés en café marchand à l'Ha. Les caféiers disparus n'ont pas été décomptés dans le calcul des rendements, la mortalité étant faible (environ 5 %) et, par ailleurs, sensiblement la même dans toutes les parcelles.

TABLEAU I.

Productions en café sec/Ha.

Années	OBJETS			
	I.	II.	III.	IV.
1939	526	487	401	382
1940	913	870	742	515
1941	1.398	1.425	1,084	995
1942	764	916	665	725
1943	835	902	797	804
1944	1.011	1 082	869	830
1945	829	789	822	792
1946	1.257	1.338	1.138	1.212
1947	339	372	387	386
Total	7.872	8.181	6.905	6.641
Moyenne annuelle	875	909	767	738

L'application de la Méthode de FISHER à l'analyse statistique des résultats de l'expérience permet de dresser le tableau suivant :

TABLEAU II.

Analyse de la variance.

Facteurs	Somme des carrés	Degré d'indépend.	Variance
Total	16.103.632	143	
Traitements	734 121	3	244.707
Rangées	298.085	3	99.362
Colonnes	1.093.912	3	364.637
Erreur A.	540.945	6	90.157
Saisons	11.211.113	8	1.401.389
Interaction:			
saisons-traitements	702.611	24	29.275
» rangées	501.904	24	20.913
» rangées	379.373	24	15.807
Erreur B.	641.568	48	13.366

L'analyse complète de la variance permet l'étude détaillée des facteurs affectant la production, à savoir : station, saison, traitement. Les deux premiers ne présentant qu'un intérêt secondaire dans le cadre de cette expérience, il n'y a pas lieu de s'y attarder longuement.

V. — **Interprétation des résultats.**

I. — STATION :

La variance de l'erreur B, très inférieure à la variance de l'interaction Bloc/Traitement (Erreur A.), implique une hétérogénéité manifeste de la station, qui est surtout sensible dans le sens Nord-Sud (Colonnes).

II. — SAISON :

La production varie considérablement d'une année à l'autre; ces variations sont sous la dépendance d'éléments divers, parmi lesquels les facteurs climatiques jouent vraisemblablement un rôle fort important.

L'influence saisonnière se manifeste assez uniformément sur tous les traitements et reste sans effet appréciable sur la sole expérimentale.

III. — TRAITEMENT :

La variance de l'Erreur B permet d'établir les valeurs suivantes :
Déviation standard : 116.
Erreur standard des moyennes (4 variables) : ± 58.
Différences significatives : P.05 161 Kg.
P.01 211 Kg.

L'application de ces critères de signification aux rendements annuels exprimés dans le Tableau I, permet d'apprécier dans quelle proportion il convient d'attribuer les différences observées à l'action des différents traitements.

On constate qu'entre les objets I et II, les différences ne sont jamais significatives, sauf en 1942, où l'objet II marque sur I une très légère supériorité à P.05; il ne semble pas qu'on doive en tenir compte.

Entre les objets III et IV, les rendements annuels ne diffèrent pas sensiblement l'un de l'autre, sauf en 1940 où l'on note une supériorité significative à P.01 du traitement III vis-à-vis de IV. Un facteur a certainement dû intervenir en faveur du traitement III, mais il est difficile de le déterminer avec certitude.

La comparaison de I et II à III et IV indique, qu'exception faite pour 1945 et 1947, où la production s'établit pratiquement pour tous les objets à un même niveau, les traitements I et II sont chaque année supérieurs et, le plus souvent, significativement aux deux autres.

Pour conclure, en reprenant les moyennes annuelles des neuf récoltes totalisées, c'est-à-dire : I : 875 Kg.; II : 909 Kg.; III : 767 Kg.; IV : 738 Kg , et en leur appliquant le critère de signification, soit

70 Kg. (P.01), on obtient une confirmation définitive des observations annuelles : égalité du traitement I vis-à-vis de II, égalité des traitements III et IV, nette supériorité des objets I et II par rapport à III et IV.

A titre d'information, et prenant comme point de comparaison les rendements du traitement II, c'est-à-dire haies croisées de légumineuses et selected weeding, les différences de rendement par rapport aux autres traitements sont notées dans le tableau suivant.

TABLEAU III.

Plus- ou moins-values par rapport à l'objet II.

Années	OBJETS I. Kg.	III Kg.	IV. Kg
1939	+ 39	— 86	— 105
1940	+ 43	— 128	— 355
1941	— 27	— 341	— 430
1942	— 152	— 251	— 191
1943	— 67	— 105	— 98
1944	— 71	— 213	— 252
1945	+ 40	+ 33	+ 3
1946	— 81	— 200	— 126
1947	— 33	+ 15	— 14
Total	— 309	— 1 2.6	— 1 540

VI. — CONSIDERATIONS GENERALES ET CONCLUSIONS

1° *Le clean weeding,* bien qu'appliqué intégralement pendant deux années consécutives à partir du moment de la mise en place des caféiers, n'a pas influencé la production. Toutefois, il convient de retenir que le clean-weeding n'affecte, en réalité, que le tiers environ de la surface plantée lorsque les caféiers ont atteint leur plein développement. En effet, à partir de quatorze ans, un caféier de vigueur moyenne et conduit en tige unique développe une couronne d'approximativement 1,4 m. de rayon, dont la projection couvre 6 mètres carrés de terrain sur les 9 mètres carrés qui lui sont dévolus dans une plantation courante à 3 mètres d'écartement. Sous le couvert du caféier, le sol est efficacement protégé et la maigre couverture qui s'y développe parfois n'y est d'aucune utilité; sa suppression pour faciliter la récolte est d'ailleurs générale à tous les traitements. Par ailleurs, les arbres d'ombrage atténuent partiellement encore l'action des facteurs climatiques sur la zone de terrain découverte, de telle sorte qu'on peut tirer la conclusion suivante : dans une caféière plantée à une densité convenable et normalement ombragée, le clean-weeding dans l'entretien des champs ne semble pas exercer un effet déprimant sur la récolte, parce

que son influence sur la dégradation du sol sera toujours réduite, du fait qu'il n'affecte que le tiers environ de la surface plantée et que, d'autre part, son action est encore atténuée par la présence du couvert protecteur des essences d'ombrage.

2° L'établissement de *haies croisées de légumineuses* entre les caféiers a pour but de renforcer l'action de la couverture, d'éviter l'érosion du sol dans les terrains en pente, enfin de produire de la matière semi-ligneuse à mulcher ou enfouir au pied du caféier.

Les résultats obtenus n'indiquent pas un accroissement de rendement par l'application de ce système. Il y a lieu, toutefois, de faire des réserves sur la croissance lente et le développement médiocre du *Leucaena* et de l'*Indigofera*, qui n'ont pas rempli effectivement le rôle qui leur était dévolu; cette déficience des légumineuses est imputable à la médiocrité du sol.

On ne peut cependant conclure à une équivalence définitive entre le « clean-weeding » et le « selected-weeding » avec haies de légumineuses, car rien ne permet de préjuger des résultats futurs si les deux modes d'entretien avaient pu être poursuivis encore pendant quelques années. Il n'est en tout cas pas impossible, que le très léger avantage marqué jusqu'ici par le « selected-weeding » n'ait pu se traduire à la longue par un gain nettement significatif.

3° La plantation en allées n'a pas donné ce qu'on pouvait en espérer. Les raisons en sont diverses et les principales d'entre elles sont les suivantes :

a) production insuffisante de matière verte à épandre, pour exercer un effet marqué et durable,

b) épuisement rapide des souches recépées après quelques coupes,

c) dégradation du sol consécutive à l'exportation répétée de matière verte et à l'action directe des facteurs climatiques sur la surface dénudée,

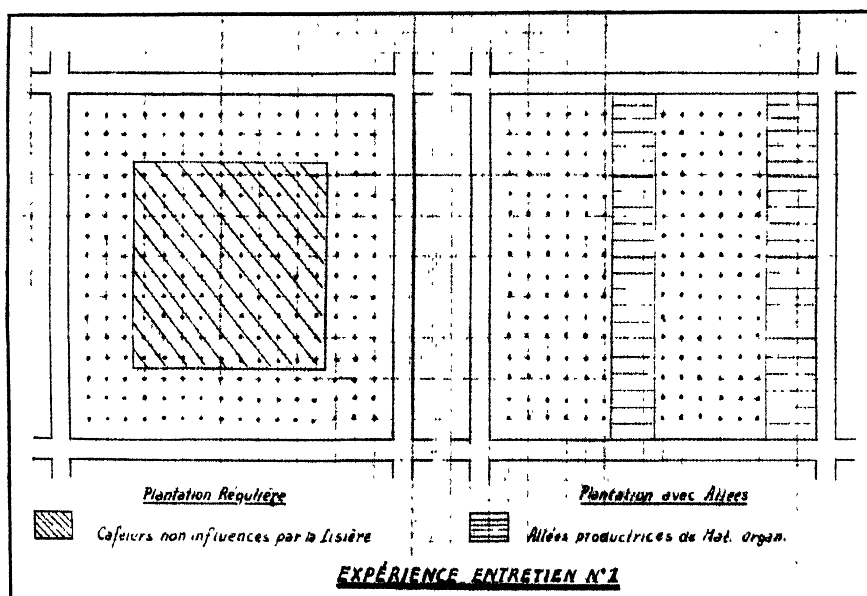
d) épandage de la matière organique en surface, ce qui semble peu utile à la plante, tout au moins dans les conditions de Yangambi, la combustion de la matière mulchée étant rapide et sans profit appréciable pour le caféier lui-même.

En dressant un tableau du rendement individuel, on constate que celui-ci est constamment supérieur pour les individus des parcelles aménagées en « allées » par rapport à ceux des parcelles traitées en clean-weeding ou en selected-weeding.

A la fin de l'expérience, la production moyenne individuelle par traitement se chiffrait comme suit :

Objet I :	854 grammes de café par arbre.			
II :	888	»	»	»
III :	1.000	»	»	»
IV :	961	»	»	»

L'influence de la bordure étant considérable chez le caféier, ainsi qu'il ressort des observations faites dans l'Essai à blanc établi à Lula, il y a lieu d'en tenir compte, puisque la longueur des lisières est beaucoup plus grande dans le cas de plantation en allées. Il a été démontré dans cet Essai à blanc que la bordure influence la production des trois



premières lignes; l'accroissement qui en résulte pour l'ensemble des trois premières rangées est de l'ordre de 30 %, par rapport à la moyenne de la population du milieu du champ.

Le schéma des deux types de parcelles représentés dans cette expérience indique que dans les parcelles carrées de 16 caféiers de côté, 156 d'entre eux bénéficient de l'influence de la bordure, tandis que 100 sont en situation normale; en ce qui concerne les parcelles avec allées, tous les caféiers sont en situation privilégiée.

Pour déterminer le rendement moyen d'un caféier en situation normale, on a calculé le facteur correctif à appliquer à la production

moyenne individuelle propre à chaque traitement; ces coefficients ne sont évidemment applicables qu'au cas particulier de cet Essai. Ils s'établissent comme suit : Objets I et II : 1,18. Objets III et IV : 1,30.

Dès lors, les chiffres cités ci-dessus, affectés du coefficient qui leur convient, donnent les rendements rectifiés suivants :

Objet I :	clean-weeding :	724	grammes	café	marchand	par arbre.
II :	selected-weeding :	753	»	»	»	»
III :	allées :	769	»	»	»	»
IV :	allées :	739	»	»	»	»

On peut conclure sans équivoque que la supériorité du rendement individuel dans les objets à plantation en allées provient uniquement de l'influence de la bordure, et n'est nullement une conséquence de l'apport de mulch recueilli dans les allées *ad hoc*.

Enfin, bien que partiellement compensée par le gain résultant de l'accroissement de la longueur des lisières, la perte due à la surface non plantée, égale à 25 % de l'étendue totale du champ, se solde finalement par un déficit de 15 % de la production à l'hectare.

VII. — RESUME

1° Concordance des rendements en clean-weeding et selected weeding, tout au moins dans les conditions de l'Essai et après neuf récoltes successives. Il est possible que les traitement aient agi différemment sur le sol, mais en tout cas insuffisamment pour que les rendements en soient affectés de façon significative.

2° Effet nul de la matière verte ou semi-ligneuse épandue au pied des caféiers, soit que l'apport ait été trop faible, soit plutôt parce que le paillage reste sans action réelle pour la plante qui en bénéficie.

3° Augmentation du rendement individuel sous l'influence de la bordure dans les parcelles avec allées, mais insuffisantes pour compenser la perte résultant d'un nombre moindre d'individus à l'hectare.

MODE D'ENTRETIEN N° 11

I. — Protocole expérimental.

A. — OBJET MIS A L'ETUDE.

Dans cet essai, on a voulu déterminer le procédé le plus rationnel dans l'apport de matière organique au caféier; les quatre objets mis en comparaison sont les suivants :

I. — Paillage;

II. — Enfouissement en fossé aveugle individuel;

III. — Enfouissement en fossé collectif pour 4 caféiers;

IV. — Témoin : aucun traitement.

Les apports consistent en matière verte et semi-ligneuse prélevée dans la forêt avoisinante, compostée grossièrement ou non.

B. — DISPOSITIF D'EXPERIMENTATION.

Trois répétitions des quatre objets.

Chacune des douze parcelles mesure 1/2 Ha. et compte 512 caféiers

II. — **Aménagement.**

A. — TERRAIN :

Bloc rectangulaire de 6 hectares, couvert de grosse forêt abattue dans le courant de 1935. Le débitage suivi d'incinération, le terrassement et le défoncement des trous de plantation furent exécutés le premier trimestre de 1936.

B. PLANTATION :

Le matériel appartient à la lignée Robusta Bangelan 78 01 (*Canephora)*. Les plants étaient âgés de six à dix-huit mois au moment de leur mise en place en octobre 1936.

La plantation fut faite en carré à 3 mètres d'écartement.

Les caféiers furent conduits en tige unique.

C. — OMBRAGE ET COUVERTURE :

Les plantes de couverture et les essences d'ombrage furent installées durant le second semestre de 1936.

Ombrage temporaire :	*Sesbania aegyptiaca :*	3 m. × 3 m.
Ombrage définitif :	*Adenanthera pavonina :*	9 m. × 9 m.
	Leucaena glauca :	3 m. × 3 m.

Couverture : Haies croisées de *Leucaena glauca*, doublées en direction Nord-Est de haies d'*Indigofera suffruticosa*.

III. — **Observations.**

1938 :

Ouverture des fossés aveugles individuels : 80 × 25 × 70 (en profondeur) · collectifs : 80 × 80 × 80 cm.

2 apports de matières organiques, à raison de 50 kg. par caféier.

1939-1940-1941 :

1 apport annuel de 50 kg. de matières organiques par caféier.

1945 :

1 apport de 10 kg. de compost par caféier (équivalent de 50 kg. de matières fraîches).

IV. — Rendements.

Ceux-ci sont exprimés en café marchand à l'hectare. Les caféiers disparus n'ont pas été décomptés dans le calcul des rendements, la mortalité étant faible (5 % environ) et par ailleurs sensiblement la même pour toutes les parcelles.

TABLEAU I.

Production en café marchand à l'Ha.

Années	OBJETS			
	I. Kg	II Kg.	III. Kg.	IV. Kg.
1939	392	384	578	359
1940	570	601	590	630
1941	1.319	1 419	1.322	1 305
1942	837	915	873	770
1943	880	987	875	833
1944	916	1.051	891	957
1945	775	890	777	758
1946	984	1 424	1.161	1 106
1947	717	848	689	707
Total	7 388	8 519	7 576	7 425
Moyenne annuelle	821	947	840	825

L'application de la Méthode Fisher à l'analyse statistique des résul tats permet de dresser le tableau suivant :

TABLEAU II.

Analyse de la variance.

Facteurs	Somme des carrés	Degre d'indépend.	Variance
Total	9 908.390	107	
Traitement	287.336	3	95.779
Bloc	339.148	2	169.754
Erreur A. .	296.540	6	49.423
Saisons	7.871.812	8	983.976
Interaction:			
saison-traitement	252.713	24	10.530
» bloc	255.930	16	15.996
Erreur B.	604.911	48	12.602

Un rapide examen de la variance indique déjà que les différences dues aux traitement seront, dans l'ensemble, assez faibles et peu significatives.

V. — **Interprétation des résultats.**

Les différents facteurs affectant la production seront examinés dans l'ordre suivant : Station, Saison, Traitement. Les deux premiers ne présentent qu'un intérêt secondaire dans le cadre de cette étude.

I. — STATION :

Une certaine hétérogénéité dans les conditions de la station ressort de la comparaison de l'Erreur B, à l'interaction Bloc/Traitement (Erreur A.) qui lui est nettement supérieure. Il est probable que la productivité significativement plus élevée d'un des Blocs provient de ce que le sol y est plus fertile que dans les deux autres.

II. — SAISON :

Sauf pour la période de 1942 à 1944, au cours de laquelle la production est restée relativement stable, on observe une variation saisonnière considérable, où les facteurs climatiques jouent vraisemblablement un rôle prépondérant. Toutefois, le facteur saisonnier n'a modidifié ni l'action du traitement ni celui de la station.

III. — TRAITEMENT :

Pour chaque année prise séparément, le critère de signification pour les valeurs exprimées dans le tableau I s'établit comme suit :

Déviation standard : 112.

Erreur standard des moyennes calculées sur 3 variables : ± 64.

Différence significative P.05 : 177 kg.

P.01 : 233 kg.

On constate qu'il n'y a aucune différence annuelle significative entre les différents traitements, sauf uniquement en 1946 où l'objet II traitant de l'enfouissement en fossé aveugle individuel est nettement supérieur aux autres objets.

Considérant les résultats pris dans leur ensemble pour la période de neuf ans, la production moyenne annuelle se chiffre comme suit :

I. — Paillage .... 821 kg.
II. — Enfouissement fossé aveugle individuel .... 947 kg.
III. — Enfouissement fossé aveugle collectif .... 840 kg.
IV. — Témoin sans traitement .... 825 kg.

Le critère de signification s'établit comme suit :

Erreur standard des moyennes calculées sur 27 variables : ± 21,5.

Différence significative P.05 : 60 kg.

P.01 : 78 kg.

Il ressort de toute évidence que l'objet II est définitivement supérieur à P.01 aux trois autres objets, y compris le Témoin, tandis que les traitements I et III ne diffèrent pas du tout du Témoin.

Il y a lieu de noter que l'absence de signification entre l'objet II et les autres dans les rendements annuels pris séparément, provient surtout du nombre trop restreint des répétitions (3) qui donne ainsi une valeur élevée à l'Erreur standard des moyennes.

VI . — **Considérations générales et conclusions.**

1. *Paillage :* aucun effet utile sur la production n'a été obtenu par l'épandage au pied des caféiers, sur plusieurs années, d'environ 300 kg. de matières vertes ou semi-ligneuses. Plusieurs causes à cet échec peuvent être envisagées, sans qu'il soit cependant possible de préciser la principale : *a*) Destruction trop rapide de la matière organique sous l'action des facteurs climatiques auxquels elle reste exposée sur le sol; *b*) Concurrence pour l'N par les microorganismes minéralisant la matière organique, qui crée de ce fait, tout au moins momentanément, un rapport C/N défavorable à la plante; c) Quand l'apport est suffisant et se décompose dans de bonnes conditions, le système radiculaire de la plante guidé par le chimiotropisme se dirige immanquablement vers la zone mulchée, où il développe un abondant chevelu. Dès lors, si l'on ne renouvelle pas périodiquement le paillis, on constate qu'après combustion de la matière organique, le chevelu établi superficiellement est voué à une destruction rapide par l'action des facteurs atmosphériques auxquels il est directement exposé, ce qui n'est pas sans causer de graves préjudices à la plante. Il est à craindre que ce phénomène ait eu lieu au cours de cette expérience.

2. *Enfouissement de la fumure verte en fossé aveugle individuel :* c'est le seul traitement qui ait influencé favorablement la production.

TABLEAU III.

Plus- ou moins-values des traitements au témoin.

Annees	OBJETS		
	I Kg.	II. Kg	III. Kg.
1939	+ 33	+ 25	+ 19
1940	— 60	— 29	— 40
1941	+ 14	+ 114	+ 17
1942	+ 67	+ 145	+ 103
1943	+ 47	+ 154	+ 42
1944	— 41	+ 94	— 66
1945	+ 15	+ 132	+ 19
1946	— 122	+ 318	+ 55
1947	+ 10	+ 141	— 18
Total	— 37	+ 1.094	+ 131

A titre d'information, la plus ou moins-values par rapport au Témoin sont citées dans le tableau précédent.

Il est intéressant de noter que la matière organique enfouie n'a pas eu une action immédiate sur le rendement; alors que les premiers apports remontent à 1938, il faut attendre la récolte de 1941 pour observer un accroissement de rendement par rapport au Témoin. Toutefois, l'arrière-effet va se manifester de façon permanente au cours des années suivantes, alors même que les apports ont cessé depuis 1941. Dans le courant de 1945, il est enfoui à nouveau de la matière organique, sous forme cette fois de compost grossier. Son action paraît être plus rapide et plus efficace, ainsi qu'il ressort des chiffres obtenus en 1946, que lors de l'enfouissement de matières fraîches. On pourrait peut-être supposer que la matière compostée est mieux et plus rapidement assimilée par la plante; il est possible également que l'immobilisation d'N par les microorganismes décomposant les matières organiques soit moins importante dans le cas où les produits sont déjà fortement décomposés au moment de l'enfouissement.

Pour résumer ce traitement, on a obtenu en neuf ans un gain de 1.094 kg. de café marchand, grâce à l'enfouissement d'environ 300 kg. de fumure verte qui a malheureusement exigé pour son application une main-d'œuvre considérable, se distribuant comme suit :

Récolte 50 kg. de matière verte par caféier	0,33 J/T.
Paillage	0,03 J/T.
Surveillance et divers	0,04 J/T.
Total :	0,40 J/T.

Comme il y a eu 6 apports, chaque caféier a immobilisé pour sa fumure 2,4 J/T.; ramenée à l'hectare, qui compte 1.089 plantes, la M.O.I. nécessaire à ce travail s'élève à 2.614 J/T., auxquels on peut encore ajouter 36 J/T. pour le creusement des fossés aveugles. Il convient encore de compter la surveillance européenne qui, à raison de un Européen pour trois cents travailleurs indigènes s'établit à 9 J/E.

Valorisant la main-d'œuvre au coût actuel, qui peut être évalué à 10 francs pour 1 J/T. et 1.000 francs pour 1 J/E. on arrive à la somme de 35.000 francs pour un gain de 1.094 kg. de café, dont le prix de réalisation, au cours actuel de 18 francs, couvrira à peine la moitié de la dépense engagée.

Les conclusions suivantes s'imposent :

a) L'enfouissement répété à intervalle régulier de matière organique influence favorablement la production du caféier; l'effet est du-

rable et se chiffre, dans le cas particulier de cette expérience, par un gain annuel moyen de 14 %.

b) Prélever la matière organique à enfouir dans la forêt avoisinante par le soutrage de la couverture morte et la coupe des plantes herbacées du sous-bois constitue un procédé à proscrire de façon absolue pour les raisons suivantes :

1) Le résultat financier de l'opération est nettement déficitaire;

2) Ce procédé est antiéconomique dans le sens le plus large du mot, puisqu'il nécessite une M.O.I. considérable, tout à fait hors de proportion avec le gain réalisé; il est préférable de l'utiliser à des travaux qui permettent de mieux tirer parti de son efficience; à titre d'exemple, avec les 2.600 journées de travail, il était possible d'ouvrir 4 hectares de nouvelle plantation de caféier qui, dans le laps de temps nécessaire à donner 1 tonne supplémentaire de café, auraient produit 50 tonnes de café.

3) Du point de vue cultural proprement dit, il est antirationnel de vouloir enrichir une plantation par un appauvrissement du terrain avoisinant, non seulement parce qu'en fait cette opération ne constitue pas un enrichissement réel de la station, mais un simple déplacement de matières fertiles, et il est vraisemblable que ce déplacement ne se fait pas sans pertes sérieuses;

4) De ces considérations ressort d'elle-même la conclusion suivante : puisque l'enfouissement des matières premières se révèle utile à la production du caféier, il y a lieu d'envisager son application, mais dans des conditions rationnelles et économiques, c'est-à-dire en produisant la matière verte à enfouir sur place, dans l'interligne même du caféier.

3. *Enfouissement de la fumure verte en fossé collectif* : il est assez étonnant à première vue que le traitement n'ait rien donné, alors que le précédent, dont il ne diffère pas grandement, a réagi favorablement. Peut-être faut-il en rechercher les causes possibles dans une accumulation locale trop considérable de matières vertes dont la fermentation active serait peu favorable au système radiculaire, ou à une répartition trop clairsemée des fosses dans le champ, ou encore parce que celles-ci sont établies à moins bonne portée du système radiculaire que dans le cas des fossés individuels creusés à la limite de projection de la couronne.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a montré que le fossé aveugle établi pour quatre arbustes était resté sans effet appréciable sur la productivité du caféier.

VII. — **Résumé.**

1. Dans un essai traitant de l'apport de matières organiques fraîches, il a été démontré que seul l'enfouissement en fossé aveugle individuel était efficace.

2. Le gain d'une tonne de café marchand à l'hectare, réalisé en neuf ans, est nettement insuffisant pour compenser les dépenses occasionnées par l'apport à chaque caféier de 300 kg. de fumure verte prélevée sur la forêt avoisinante.

3. Il semble rationnel, pour bénéficier avantageusement de l'enfouissement de matières organiques, de produire celles-ci sur place dans l'interligne même des caféiers.

EXPERIENCE DE COUVERTURE N° 2
(1939-1946)

A. — OBJETS MIS EN COMPARAISON :

Le but poursuivi dans cet essai est de déterminer l'influence de la couverture herbacée spontanée sur la productivité d'une caféière. Les objets mis en comparaison sont les suivants :

I. — *Couverture non fauchée, sans dégagement de l'assiette du caféier;*

II. — *Couverture fauchée;*

III. — *Large ring-weeding du caféier, passant progressivement au clean-weeding total.*

B. — DISPOSITIF EXPERIMENTAL :

Carré latin de trois objets à trois répétitions.

Chaque parcelle mesurant 33 mètres sur 21 mètres, couvre 7 ares et compte 77 caféiers.

II. — **Aménagement.**

A. — TERRAIN :

Bloc de 0,67 Ha. couvert de grosse forêt, abattue en 1935. Des haies croisées touffues de *Leucaena* en mélange à du recrû forestier protégèrent très efficacement le sol jusqu'au moment de l'aménagement définitif du champ au début de 1939.

B. — PLANTATION :

Le matériel planté est du *C. robusta* constitué d'un mélange de descendances d'A. M. de Yangambi.

Les plants âgés de six mois furent mis en place en avril 1939, à l'écartement de 3 mètres en carré.

Les caféiers furent conduits en tige unique.

C. — OMBRAGE ET COUVERTURE :

Un très léger ombrage fut créé avec du *Leucaena glauca*.

Les haies croisées de *Leucaena* établies après l'abattage de la forêt furent extirpées lors de l'aménagement du champ en 1939. La couverture spontanée, comportait, au départ, un mélange de *Talinum, Ageratum, Synedrella, Drymaria,* etc.; elle fut envahie par des Graminées (*Paspalum conjugatum*) *et Cypéracées* qui dominèrent bientôt les autres plantes et constituèrent presque exclusivement le tapis herbacé de la caféière. Quelques plantes arbustives et lianeuses s'installèrent spontanément dans les parcelles non fauchées.

Dans l'objet III, fut exécuté autour des jeunes plants un large ring-weeding qui fut élargi au fur et à mesure du développement du caféier, de telle sorte qu'à partir de 1944, les parcelles se trouvaient être traitées totalement en clean-weeding.

III. — **Rendements.**

Ceux-ci sont exprimés en café marchand à l'hectare; les caféiers disparus n'ont pas été décomptés dans le calcul des rendements, la mortalité étant faible et sensiblement la même dans toutes les parcelles.

TABLEAU I.

Productions en café sec à l'Ha.

Années	OBJETS		
	I. Kg	II. Kg	III Kg
1941 ..	341	300	340
1942	1.089	1 059	1.117
1943 . . .	887	837	947
1944	1.419	1.448	1.523
1945 .. .	949	978	1.203
1946...	1.380	1.362	1 676
Total	6.065	5.984	6.806
Moyenne annuelle	1.011	997	1.169

L'application de la Méthode Fisher à l'analyse statistique des résultats enregistrés permet de dresser le tableau suivant :

TABLEAU II.

Analyse de la variance.

Facteurs	Somme des carrés	Degré d'indépend.	Variance
Total	10.546.160	53	
Traitements	205.221	2	102.610
Colonnes	730.017	2	365.008
Rangées	205.177	2	102.558
Erreur A.	160.911	2	80 455
Saisons	8.037.158	5	1 607.431
Interaction:			
saisons-traitements ..	196.998	10	19.700
» rangées	265.743	10	25.574
» rangées	611.339	10	61.134
Erreur B.	133.596	10	13.360

Un examen rapide des variances permet de constater que dans l'ensemble, les différences de productivité entre traitements ne seront pas très élevées.

IV. — **Interprétation des résultats.**

Seront examinés dans l'ordre : Station, Saison, Traitement.

I. — STATION :

La station présente des conditions uniformes dans le sens Est-Ouest (rangées), mais inégales dans le sens Nord-Sud (colonnes); par ailleurs, la comparaison de l'Erreur B à l'interaction de la saison avec les rangées et les colonnes semble indiquer que certaines parcelles réagissent différemment d'une année à l'autre.

II. — SAISON :

Les variations saisonnières sont de loin les plus importantes de toutes, et sont vraisemblablement sous l'influence des facteurs climatiques. L'action du traitement n'en est pas affectée.

III. — TRAITEMENT :

L'Erreur standard des moyennes annuelles, rapportées dans le tableau I, se chiffre à ± 67 (moyenne de 3 variables); les différences sont significatives quand elles atteignent 211 kg. pour P.05 et 300 kg. pour P.01.

Il en résulte que les différences de rendement entre couverture non fauchée et couverture fauchée ne sont significatives aucune année. Par contre, entre le traitement III : Clean-weeding, et les deux autres, les différences positives en faveur du clean-weeding sont significatives en 1945 et 1946 respectivement à P.05 et P.01.

Considérant l'effet du traitement après six récoltes totalisées, le critère de signification s'établit comme suit :

Erreur standard de la moyenne des rendements totalisés : ± 27,4.

Signification : 86 kg. pour P.05 et 123 kg. pour P.01.

En conclusion : le clean-weeding est définitivement supérieur aux autres traitements avec une probabilité de P.01, tandis que les deux autres ne diffèrent absolument pas entre eux.

IV. — Considérations générales et conclusions.

1. *Couverture non fauchée :* il convient de rappeler ce qui a été déjà signalé précédemment au sujet de la couverture en général, qu'un tapis dense de graminées et cypéracées couvrit rapidement le terrain en lieu et place d'autres plantes spontanées installées initialement, telles que *Synedrella, Talinum, Ageratum,* etc. Si ces dernières ont la réputation de ne pas être nuisibles au caféier, il n'en est pas de même de certaines graminées, et tout particulièrement du *Paspalum conjugatum.*

Les résultats recueillis dans cette expérience semblent bien confirmer cette opinion. Il s'agit toutefois de bien préciser qu'on n'entend pas déclarer que cette nuisibilité serait une conséquence de la dégradation du sol provoquée par le *Paspalum;* seule l'analyse pédologique pourrait le prouver, mais bien des causes suivantes : toxines, concurrence, asphyxie du système radiculaire du caféier provoquée par le feutrage épais et superficiel des racines du *Paspalum* installé de longue date dans les champs.

2. *Couverture fauchée :* les généralités sur la couverture et les graminées, émises dans l'alinéa précédent, sont également d'application pour ce traitement. Chacun sait que le fauchage périodique du *Paspalum* ne lui est nullement défavorable, ce qui, par conséquent, ne diminue en rien sa nuisibilité pour le caféier. Il était donc logique de ne pas s'attendre à trouver des résultats fort différents du cas précédent et, en fait, les rendements très voisins des objets I et II confirment tout simplement ce point de vue.

3. *Clean-weeding :* ce mode d'entretien qui libère de toute autre plante le terrain occupé par une culture, a pour but dans la caféiculture d'éliminer non seulement toute concurrence possible, mais aussi de faciliter la récolte, et de lutter contre le Stephanoderes en permettant un ramassage soigneux de tous les drupes piqués tombés prématurément. Sans nier qu'il soit possible d'atteindre ces deux derniers buts dans d'autres modes d'entretien par des moyens appropriés, on doit cependant admettre que le clean-weeding facilite beaucoup ces opérations.

L'inconvénient sérieux que présente le clean-weeding en dénudant le sol, exposé à l'action directe des facteurs climatiques, fut sensiblement réduit tel qu'il fut appliqué dans cette expérience. En effet, le sarclage s'est tout d'abord limité dans le jeune âge du caféier à un large ring, qui progressivement fut élargi au fur et à mesure du développement de l'arbuste. Par cette pratique, le terrain exploité par le

caféier, compte tenu de son âge, fut toujours largement débarrassé des plantes adventices, mais par ailleurs une certaine production subsiste temporairement là où le clean-weeding ne pouvait avoir quelque influence sur le comportement du caféier. De cette façon, il fut possible de faire bénéficier la plante de tous les avantages que présente ce mode d'entretien, tandis que les inconvénients pour la protection du sol étaient réduits au minimum. A partir de 1944, le sarclage fut appliqué intégralement sur toute la surface, mais il a été expliqué dans le chapitre consacré à l'Expérience Modes d'Entretien N° 1, que l'effet défavorable que les facteurs climatiques peuvent exercer sur la fertilité du sol et sa conservation se trouve fortement atténué par l'autoprotection réalisée par le caféier lui-même dans une plantation de quelques années où les arbustes sont vigoureux et plantés à une densité convenable.

A titre documentaire, les différences de rendement constatées entre le clean-weeding et la couverture, fauchée ou non, sont consignées ci-dessous :

TABLEAU III.

Plus- ou moins-values par rapport au clean-weeding.

Années	I. Couverture non fauchée Kg.	II. Couverture fauchée Kg
1941. . .	+ 1	— 40
1942...	— 28	— 58
1943..	— 60	— 110
1944.	— 104	— 75
1945... ...	— 254	— 225
1946	— 296	— 314
Total.... . .	— 741	— 822

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur le champ, le caféier souffre manifestement de la présence de graminées telles que le *Paspalum*, et d'autant plus que le tapis herbacé est dru et étendu. En pareilles conditions, il présente fréquemment un aspect souffreteux avec une couronne clairsemée et un feuillage jaunâtre. Les rendements en pâtissent évidemment, et la perte qui en résulte peut atteindre, comme dans cette expérience, de 16 à 17 %.

En conclusion, il convient d'éviter la présence de graminées dans la caféière, en les extirpant dès leur apparition et en favorisant le développement d'une couverture vivante non concurrente.

A ce sujet, on constate que les petites plantes qui s'installent spontanément lors de l'aménagement de la culture, sont en général inoffensives pour celle-ci; toutefois, cette couverture présente le désavantage d'être assez fragile, en ce sens qu'elle se laisse facilement envahir et dominer par le *Paspalum* pour peu qu'on n'extirpe pas celui-ci à temps; par ailleurs, la protection du sol laisse toujours à désirer. Il

semble donc qu'il faille dans ces conditions installer une couverture de plantes rampantes, telles que la passiflore et la patate douce, qui sont aptes à couvrir efficacement le sol en peu de temps et à lutter vigoureusement contre le *Paspalum*. Enfin, dans le cas de la présence d'un tapis de graminées, que pour une raison quelconque il n'est pas possible de remplacer par d'autres plantes, il conviendra de tenir le *Paspalum* éloigné le plus possible du pied du caféier.

V. — **Résumé.**

1. Cet essai avait pour but d'étudier la réaction du caféier en présence d'entretiens divers : couverture non fauchée, couverture fauchée, clean-weeding.

2. La couverture était essentiellement constituée de graminées, où dominait le *Paspalum conjugatum*.

3. Les graminées se sont révélées défavorables au caféier, et ont occasionné une chute de la production de l'ordre de 16 à 17 % par rapport au clean-weeding.

4. Le clean-weeding présente des avantages et des inconvénients; ceux-ci qui affectent surtout la protection du sol, peuvent être atténués par une application judicieuse de son emploi à la caféière.

CONSIDERATIONS GENERALES

Une politique conservatrice, basée sur la sauvegarde de l'humus, a entraîné l'établissement d'essais de couverture, destinés à en étudier l'action et à en déterminer la composition la plus adéquate.

La nature de la couverture s'est révélée un élément déterminant.

L'expérience « Couverture N° II » a montré qu'une couverture naturelle, ayant abouti lors de son évolution au stade de l'association à *Paspalum*, est nuisible au développement du caféier et en déprime les rendements, occasionnant dans les conditions de Yangambi, une perte de l'ordre de 16 à 17 % par rapport au clean-weeding.

Les légumineuses, expérimentées dans d'autres essais, non relatés, ont donné des résultats décevants, au même titre que les graminées.

L'*Indigofera endecaphylla*, un *Desmodium* sp., les *Centrosema*, ont dû être extirpés. « Couverture N° I ».

Parallèlement, en Uganda, des résultats négatifs ont été enregistrés sous *Centrosema*. A Bukalasa, lors d'une expérience portant sur différents modes d'entretien, les parcelles sous *Centrosema*, se sont classées à la suite du clean-weeding, avec un déficit de 22 % après cinq années de récolte. « Ground Treatment Experiment at Bukalasa. — Annual Report of the Department of Agriculture, for the year ended 30th June 1939, page 71 ».

Cette action déprimante des plantes de couverture, spécialement des graminées et de certaines légumineuses rampantes, s'explique par

la concurrence que leur système radiculaire oppose à celui du caféier. Couverture et caféier exploitent le même horizon, le système radiculaire du Robusta étant nettement superficiel. TOTTHILL, dans « Agriculture in Uganda », signale que 90 % des racines actives se trouvent dans les quinze premiers centimètres du sol.

La concurrence se manifeste vis-à-vis de l'eau, des éléments nutritifs, de l'oxygène; elle est spécialement à redouter lorsque la plante de couverture développe un feutrage dense en surface comme le fait le *Paspalum*.

Cette action ne serait pourtant à craindre que dans le jeune âge et dépendrait des qualités du sol, de l'écartement entre la couverture et la plante cultivée, etc... « Bergcultures », n° 48, page 1629, année 1939.

Une autre tentative de protection du sol d'une caféière, fut le selected weeding renforcé de haies croisées de légumineuses, expérimenté à la Division dans l'essai « Entretien N° 1 ».

Les parcelles soumises à ce traitement se sont couvertes de *Talinum*, d'*Ageratum*, de *Synedrella*, toutes plantes à faible développement radiculaire et, relativement, à fort développement aérien. Cette couverture s'est maintenue probablement à la faveur des haies de légumineuses et de façons culturales appropriées; moins concurrente, elle a donné des résultats équivalents à ceux du clean-weeding. Lors des deux dernières années de récolte ils furent même légèrement supérieurs. Il n'est, en outre, pas impossible que cet avantage ne soit pas devenu significatif s'il avait été loisible de poursuivre l'essai encore quelques années.

En conclusion, une couverture adéquate qui, par son système radiculaire, n'entre pas directement en concurrence avec le caféier ne déprime pas les rendements et, par son action favorable sur le sol, peut être utile, à plus ou moins longue échéance, à la caféière.

Dans les conditions de Yangambi, il apparaît que certaines plantes spontanées, à système radiculaire réduit par rapport à leur développement végétatif, remplissent les conditions requises.

Le rôle joué par la couverture, vis-à-vis de la matière organique du sol, est essentiellement conservateur et ne peut que maintenir un équilibre.

Pour améliorer un sol d'une façon nette, en augmentant son taux d'humus, il faudrait faire appel à des quantités de matières organiques plus importantes que celles amenées par une couverture permanente.

C'est poser le problème de la fumure organique.

Ce problème a fait l'objet d'essais à l'INEAC, essais destinés à étudier l'action d'une telle fumure et à établir la manière la plus rationnelle suivant laquelle il y aurait lieu de la distribuer aux caféiers. « Entretien N° 11 ».

De ces études, il ressort qu'une fumure de 300 kg. de matière fraîche, verte ou semi-ligneuse, se révèle inefficace, sauf si elle est enfouie en fossé aveugle au pied de chaque caféier. Cette pratique a, seule, donné satisfaction en fournissant un surcroît de récolte de 14 % sur le témoin non traité.

Le paillis, qui s'est révélé à l'étranger très favorable au développement et à la production du caféier, allant jusqu'à tripler et quintupler les rendements « Tothill, Agriculture in Uganda, page 94 » n'a montré aucun effet utile dans les essais réalisés à Yangambi.

Cette divergence de résultats assez déconcertante, est probablement due à la nature différente du mulch utilisé (*Pennisetum* en Uganda, soutrage et produit de coupe de la strate à phanérophytes herbacés de la forêt à Yangambi) et aux conditions climatiques et édaphiques différentes des deux stations, entraînant de la part d'un même traitement, des prépondérances d'effet différentes selon le milieu écologique.

Le mulch, améliorant les qualités physiques du sol déjà chimiquement riche de l'Uganda, a peut-être dans les conditions climatiques de ces régions, plus d'efficience que dans les nôtres. Il est, en effet, probable, qu'améliorer le régime d'eau du sol en saison sèche surtout, soit l'effet le plus marquant du mulch et que cet effet soit cause de son efficacité.

Si cet effet du mulch est la conséquence d'une réduction d'évaporation du sol, le mulch de *Pennisetum* est, de par sa structure compacte, beaucoup plus apte à remplir ce rôle que le mulch lacuneux produit par feuilles et brindilles de soutrage de forêt.

Comme vu plus haut, l'essai de fumure organique réalisé à Yangambi, a montré que des différents modes de distribution de la matière organique, seul l'enfouissement en fossé aveugle individuel est efficace et durable.

Malheureusement, malgré le gain d'une tonne de café marchand à l'hectare, réalisé en neuf ans, les conditions dans lesquelles l'apport fut fait, ont rendu l'opération déficitaire et par surcroît irrationnelle au point de vue cultural. La manutention du produit de soutrage de la forêt, même proche, grève l'opération de dépenses disproportionnées au gain réalisé et, en outre, ne constitue qu'un simple déplacement de fertilité.

Produire la matière organique sur place, semble être la solution à apporter au problème.

On a tenté de la produire en réservant, sous forme d'allée, à une culture productrice de matière organique, un quart de la superficie plantée. « Entretien N° 1 ».

Cette modalité s'est révélée impuissante à fournir le tonnage nécessaire pour constituer une fumure efficace. Dans ces conditions, une

culture de Citronnelle a donné, en quatre coupes, 100 tonnes de matière fraîche qui, réparties sur trois hectares, ont permis d'en épandre 30 kg. sous chaque caféier.

Il y a lieu d'ajouter à ce chiffre les quelques kilogrammes provenant de la répartition des quelques dizaines de tonnes produites antérieurement par une culture d'*Indigofera*.

La quantité infime de matière fraîche qu'il fut ainsi possible d'apporter en sept ans a, par surcroît, été distribuée sous forme de paillis. Or, le « Mode d'entretien N° 11 » a montré que, pour être utile, une fumure de 300 kg. de matière fraîche doit être enfouie en fossé individuel.

La technique capable de produire sur place le matériel de fumure organique, en quantité suffisante, n'étant pas mise au point, l'INEAC va entreprendre un essai, où il sera tenté de mettre à profit, à cet usage, l'interligne de bois de 4 m., réalisé en non-incinération.

Une culture de *Flemingia* ou l'exploitation du recrû naturel servira de source de matière première.

Les résultats qui viennent d'être discutés, donnent une première réponse fragmentaire aux questions posées et en suggèrent d'autres, de plus en plus précises. En outre, certains problèmes sont encore à approcher dans leurs fondements : la fumure minérale notamment.

L'impératif économique qui exige des rendements accrus et soutenus, oblige à des interventions épuisantes pour la plante et pour le sol. Des restitutions s'imposeront.

A bien d'autres titres encore, il devient de plus en plus évident que l'expérimentation culturale a un grand rôle à jouer et qu'il est sage de la conduire parallèlement aux travaux de sélection.

La Division du Caféier a inscrit à son programme une série d'essais culturaux. Les considérations et les faits acquis qui se sont dégagés des expériences antérieures ont servi de base à leur élaboration.

Sur un curieux mode de préparation du Sol pratiqué par les Dimbundu, Kalunda, Kachokwe et Kalwena à Kipushi (Katanga)

par

A. DEBRA,
Ingénieur Agronome à l'Union Minière du Haut-Katanga,
Elisabethville (Congo Belge).

Cette méthode de préparation du sol a été observée à Kipushi, une importante mine de l'U.M.H.K (Union Minière du Haut-Katanga), se trouvant à 30 kilomètres à l'ouest d'Elisabethville, à proximité immédiate de la frontière rhodésienne. Elle est pratiquée par des populations originaires de la région de Dilolo et est imitée pai les travailleurs de l'Union Minière appartenant à d'autres races, notamment des Baluba du Kasai.

Nos observations ont été faites au cours du mois de septembre, donc vers la fin de la saison sèche, dans une vallée assez étendue et à pente faible située au N.-E. du camp M.O.I. de l'Union Minière, à Kipushi.

Le sol y est de nature alluvionnaire, l'horizon supérieur est formé de terre noirâtre, sablo-argileuse, humifère, contenant 14 % de matières organiques. Son épaisseur varie de 20 à 40 cm. Immédiatement en dessous du premier horizon vient une couche d'argile plastique, très compacte, de couleur grise et d'une épaisseur de 30 à 35 cm., à pH 6,2 en moyenne. Enfin, à partir de 60 cm. commence un puissant horizon d'argile très compacte, jaune, présentant des lentilles d'hydroxyde de fer.

Le terrain, de nature marécageuse, marais intermittent, est recouvert d'une végétation herbacée non identifiée (voir photos 1 et 2), dont les racines ligneuses et puissantes pénètrent profondément dans la couche d'argile grise.

Vers la fin de la grande saison sèche du Katanga, soit en septembre, et après l'incinération des herbes, la couche superficielle est profondément crevassée sur 15 cm. d'épaisseur environ. A partir de 20 à 40 cm. de profondeur, la terre reste fraîche et humide.

Le procédé employé par les indigènes pour la mise en culture de ce sol est le suivant. Pendant la saison sèche, le sol est houé sur une

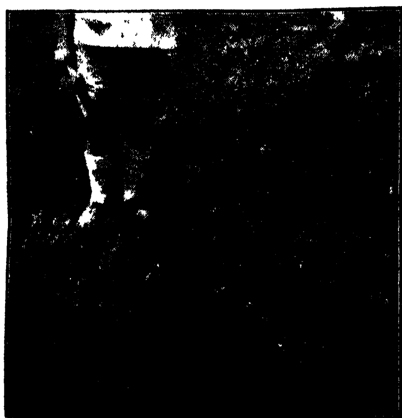


FIG. 1.



FIG. 2.

Végétation avant le traitement.

profondeur de 8 cm. environ (photo 3). Grâce au lacis de racines et à la nature argileuse du sol, les mottes ainsi obtenues ne se désagrègent pas; elles subissent une forte dessiccation.

Au début de septembre, ces mottes sont mises en tas. Un peu de paille placée au centre et allumée, amorce une combustion lente, généralement sans flammes (photos 5 et 6) favorisée par les interstices qui subsistent entre les mottes. Au fur et à mesure du progrès de la combustion, les femmes ajoutent de nouvelles mottes.

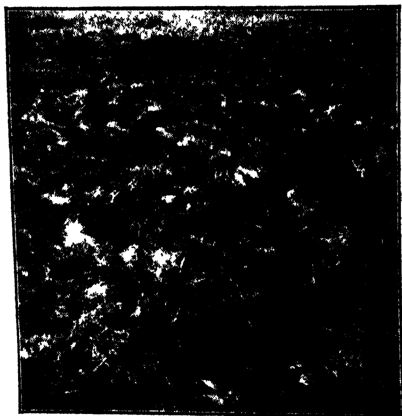


FIG. 3.

Mottes de terre houées et desséchées prêtes à être mises en tas.



FIG. 4.

Tas de mottes attendant l'incinération.

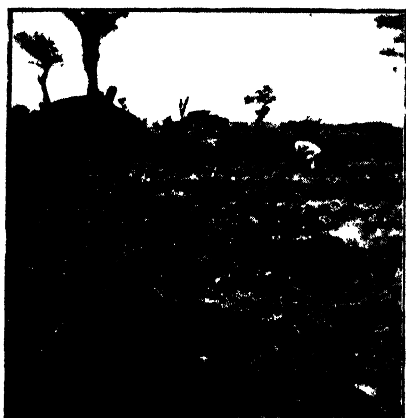


FIG. 5.

Tas en incinération.
On distingue facilement la fumée qui se dégage du tas droit.

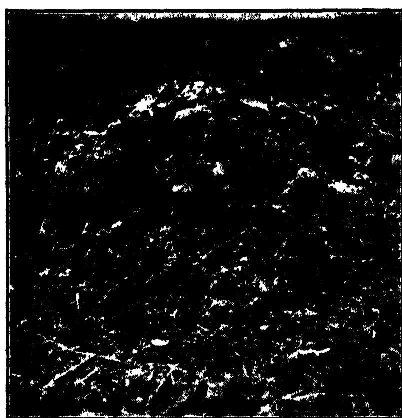


FIG. 6.

Butte après incinération.
La partie extérieure et principalement le sommet, sont fortement crevassés. Le manteau extérieur est resté assez foncé.

Lorsque la combustion est terminée, l'intérieur du tas a l'aspect d'un mélange de terre cuite, de couleur rouge brique claire, avec des cendres grises (photo 7). Le manteau extérieur de la butte subit une modification moins prononcée.

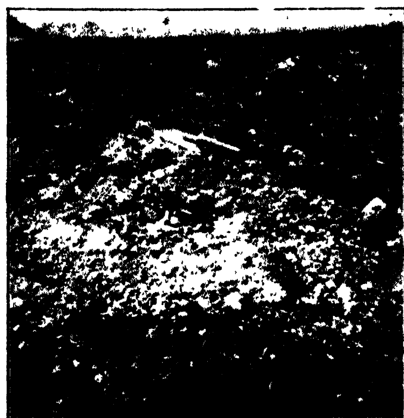


FIG. 7.

La même butte que sur la photo n° 6. Une paroi extérieure est enlevée, montrant la terre calcinée de l'intérieur.



FIG. 8.

Aspect du sol après épandage des buttes.

Les buttes sont éparpillées sur le terrain et entrent dans la confection de billons pour le semis de maïs (photo 8).

Ce procédé est employé lors du défrichement initial, qui est suivi d'un cycle monocultural de maïs, lequel peut durer plusieurs années. On trouve parfois des haricots intercalaires dans le maïs. Il semble qu'après un cycle de culture plus ou moins long, la terre est laissée en jachère, pour être remise ensuite en culture suivant le processus décrit, lorsque la période de repos est jugée suffisante.

Quelques échantillons de sols examinés au point de vue du pH et de la teneur en matières organiques ont donné les résultats suivants :

	pH.	Matières organiques en %
Sol avant combustion	6.50	14.70
Echantillon prélevé de buttes après la combustion	7 60	2 14 (*)

Il y a lieu de signaler que le prélèvement d'échantillons a été effectué en septembre, c'est-à-dire à la fin de la saison sèche. Peut-être l'acidité du sol est-elle modifiée par la sécheresse, car on se serait attendu à trouver une acidité plus forte dans ces sols de nature marécageuse.

On remarque la diminution d'acidité consécutive à l'incinération et la destruction considérable de la matière humifère.

La minéralisation très poussée met évidemment à la disposition de la plante les radicaux K_2O, P_2O_5 et CaO sous des formes facilement assimilables. Les indigènes prétendent que seule cette pratique de combustion leur permet d'obtenir des récoltes satisfaisantes.

Il est, cependant, certain que la méthode en question est une des plus destructrices de l'humus que l'on puisse imaginer; aussi, nous efforçons-nous d'obtenir des indigènes qu'ils pratiquent une culture sans incinération de la terre. La culture serait faite sur des billons drainés par des fossés de 70 cm. de profondeur, écartés de 8 mètres et s'appuyant sur des collecteurs déjà existants.

L'avenir montrera jusqu'à quel point cette curieuse méthode de culture, imaginée par l'indigène, correspondait à une nécessité.

(*) Pour la détermination des matières organiques après combustion, nous avons prélevé un échantillon moyen de toute la butte, donc de l'intérieur et du manteau extérieur. Il est certain qu'un échantillon prélevé dans l'intérieur de la butte indiquerait une teneur en matières organiques beaucoup moindre, voire nulle.

Orientation générale de la Sélection de *Cinchona Ledgeriana* MOENS au Kivu (Congo belge)

par M. ENGELBEEN,
Docteur en sciences agronomiques.
Chef du Bureau d'Etudes de l'I.N.E.A.C.

Sur le plan des réalisations pratiques, la sélection végétale s'efforce d'obtenir un matériel de plantation susceptible de produire la quantité maximum de matières utiles à l'unité de surface.

Dans les conditions écologiques du Kivu et au stade actuel des recherches, les graines demeurent, pour *Cinchona Ledgeriana* MOENS, le seul matériel de plantation utilisable sur une échelle industrielle.

Malgré une mise au point minutieuse et des résultats favorables, la greffe du quinquina n'est pas encore pratiquée sur des superficies étendues. Cette limitation des objectifs pratiques est regrettable car le Quinquina de LEDGER, hétérostyle et autostérile, trouverait dans la reproduction végétative un mode de sélection rapide et efficace.

Des recherches méthodiques sur le bouturage sont actuellement en cours à la Station expérimentale de l'I.N.E.A.C. à Mulungu-Tshibinda (Kivu).

Plante allogame et arbustive à fructification différée, le quinquina n'a pu bénéficier pleinement de l'appoint des disciplines scientifiques. Par suite de l'impureté génétique des semences améliorées, il est nécessaire, pour toute replantation ou extension ultérieure, de recourir au matériel de plantation fourni par les jardins grainiers.

Ainsi, l'objectif ultime de la sélection de *Cinchona Ledgeriana* MOENS réside dans la production de semences à potentiel élevé en alcaloïdes utiles à l'unité de surface.

Par « production élevée en alcaloïdes utiles », nous entendons la résultante pratique d'un faisceau hétéroclite de critères physiologiques, chimiques, pathologiques et agronomiques. La fusion d'innombrables caractères, plus ou moins favorables, conduit, en fin d'analyse, à une conclusion matérielle.

Pour pouvoir garantir cette échéance économique, il importe, avant la diffusion des semences, d'en contrôler les résultats définitifs en champs comparatifs. Ces essais *in vivo* constituent le banc d'épreuve de la valeur génétique, culturale et commerciale de la graine.

Avant d'esquisser l'orientation de la sélection du quinquina au Kivu, il nous paraît utile de retracer brièvement l'évolution des tendances de l'amélioration à Java, telle qu'elle ressort des données bibliographiques. En effet, la sélection indo-néerlandaise du quinquina, qui aboutit à des résultats remarquables, a influencé grandement l'organisation initiale des travaux au Congo belge.

EVOLUTION DES TENDANCES DE LA SELECTION DE *CINCHONA LEDGERIANA* MOENS A JAVA.

Les semences, vendues en 1865 par Charles LEDGER au gouvernement hollandais, constituent le point de départ de la sélection indo-néerlandaise. De provenance bolivienne, elles furent introduites sous la dénomination de *Cinchona Calisaya* WEDD., sans autre indication des caractères botaniques des semenciers. A Java, 324 arbres, connus sons le nom de « génération d'importation », furent obtenus de ce lot de graines (GROOTHOFF, 1919).

Orientation qualitative (Pureté morphologique et teneur en alcaloïdes) (1872-1917).

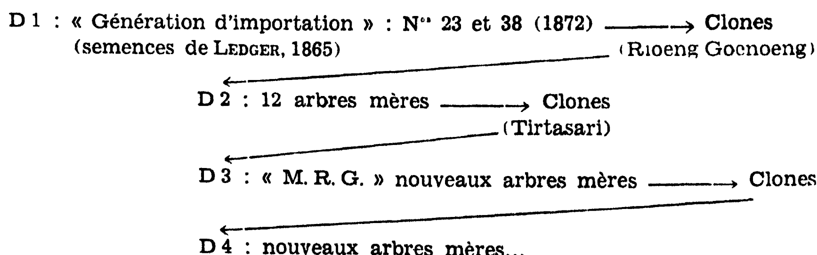
En 1872, J. C. B. MOENS constata que la teneur de ces arbres en alcaloïdes était très supérieure à celle enregistrée jusqu'alors. Il créa pour ces quinquinas une nouvelle espèce : *Cinchona Ledgeriana* MOENS.

MOENS et VAN LEERSUM s'efforcèrent de purifier ce matériel très hétérogène : deux arbres, les numéros 23 et 38, riches en alcaloïdes utiles et considérés comme représentatifs du type botanique pur de *C. Ledgeriana* MOENS, furent multipliés végétativement à Rioeng Goenoeng. Une forte hétérogénéité morphologique et chimique caractérisa les descendances de ces deux clones élites.

Parmi les descendants apparemment purs, les douze arbres à teneur chimique la plus élevée furent greffés et plantés dans un jardin isolé à Tirtasari. Les semences issues de ce jardin sont connues sous l'appellation de « Mengsel Rioeng Goenoeng (M. R. G.)»; elles constituent la troisième génération des semenciers de Bolivie.

Ces tentatives de purification génétique et d'enrichissement en alcaloïdes utiles se poursuivirent, sur les mêmes bases, jusqu'en 1917 : création de jardins semenciers isolés à l'aide de greffes d'arbres mères à haute teneur en quinine et à phénotype conforme au type botanique admis.

Cette première phase de la sélection, entreprise par des chimistes, se schématise comme suit :



Orientation agronomique (vigueur végétative) (jusqu'en 1917).

En marge de cette sélection « qualitative », conduite en stations de sélection, les praticiens s'efforcèrent de fixer des caractères favorables à la productivité : croissance vigoureuse, résistance aux maladies, etc.

Par suite de l'hybridation intense avec C. *Calisaya* WEDD., cette sélection complémentaire s'écarta progressivement de l'objectif morphologique initial. Elle persista jusqu'en 1917.

En l'absence de données écologiques, les résultats pratiques de cette première période furent médiocres.

Orientation biométrique (Quinine par anneau — Epreuve des clones en lignes) (1917-1927).

Une première tentative d'estimation rationnelle de la valeur des clones fut réalisée, en 1917, par les sélectionneurs hollandais KERBOSCH et SPRUIT.

Au critère chimique de la teneur en alcaloïdes, KERBOSCH substitua la notion plus précise de l'anneau. Un anneau, considéré comme représentatif de la quantité totale de quinine contenue dans l'arbre, correspond à un cylindre d'écorces, large de 10 cm et situé à 1 m du sol. La formule d'estimation chimique de l'anneau, qui concerne trois facteurs de production, s'exprime ainsi :

$$\text{Quinine par anneau} = \text{circonférence} \times \text{poids écorces par dm}^2 \times \%\ \text{quinine}.$$

D'autre part, l'étude comparative des clones est effectuée en longues lignes alternées avec une ligne-standard.

Orientation écologique et biométrique (Adaptation - Fumure - Quinine par arbre) (1927 et suiv.).

Pour évaluer la variabilité de la valeur des « anneaux », entraînée par l'hétérogénéité du milieu, KERBOSCH et SPRUIT introduisirent, dans leur formule biométrique de l'anneau, la mesure de la hauteur :

$$\text{Quinine par anneau} = \frac{\text{quinine par anneau}}{\text{hauteur}^2} \times \text{hauteur}^2.$$

Le premier facteur figure la quantité de quinine par anneau pour des arbres de hauteur identique (index de la valeur de l'arbre comme producteur de quinine). Le second facteur subit fortement l'influence de la variabilité du pouvoir d'adaptation des clones.

Devant la dégradation agrologique des champs comparatifs, les sélectionneurs hollandais conclurent à la nécessité de restaurer la fertilité du terrain pour autoriser des conclusions valides. L'adaptation des clones fut observée en terres pauvres et en terres riches.

Plus tard, ces deux auteurs établirent la notion de « quinine à l'arbre » en multipliant la valeur de l'anneau par le tiers de la hauteur de l'arbre :

$$\text{Quinine par arbre} = \frac{1}{3} \times \frac{\text{quinine par anneau}}{\text{hauteur}^2} \times \text{hauteur}^3$$

Le second membre de l'équation livre, à nouveau, la quantité indicative de quinine par anneau et un facteur fonctionnel des différences du pouvoir d'adaptation.

Toujours suivant les données bibliographiques néerlandaises, le choix des clones productifs et appropriés aux conditions générales de la pratique est basé sur le processus suivant :

1. Plantation des clones en longues lignes alternées avec un clone-standard, en terrain régulièrement fumé et en parcelles défavorisées et infestées de *Corticium* et d'*Helopeltis*.

2. Examen qualitatif des clones, indépendamment de la rapidité de croissance et du pouvoir d'adaptation, par comparaison entre les quantités indicatives de quinine des clones et celles des clones-standard.

3. Examen productif des clones par comparaison, en conditions favorables, des cubes des hauteurs.

4. Examen du pouvoir d'adaptation des clones par comparaison, en conditions défavorables, des cubes des hauteurs.

Quant à la production semencière, elle fut réalisée en jardins isolés groupant un ou plusieurs clones microstyles et un ou plusieurs clones macrostyles. Quelques données comparatives établirent un parallélisme plus ou moins étroit entre les conclusions pratiques des descendances génératives et végétatives.

ORIENTATION DE LA SELECTION DE *CINCHONA LEDGERIANA* MOENS AU KIVU.

Dans sa phase initiale (1934-1942), alors que les croisements artificiels étaient encore irréalisables sur grande échelle, l'orientation congolaise de la sélection refléta, dans ses grandes lignes, les conceptions indo-néerlandaises. Le processus nécessaire à l'obtention de semences de valeur était long et laborieux.

Basée sur le principe qui accordait plus de chances aux géniteurs de valeur qu'aux parents déficients à procréer une bonne descendance, la sélection attacha une importance essentielle au choix des géniteurs. Inspirées, pour une bonne part, des travaux javanais, les opérations principales comprenaient, dans leur ordre chronologique : l'observation *in situ* et l'analyse échantillonnée des candidats arbres mères; la propagation végétative de ces candidats en conditions écologiques variées; l'examen détaillé et permanent du comportement, de l'accroissement et de la richesse des clones en alcaloïdes; l'établissement de

jardins semenciers isolés groupant quelques clones micro- et macrostyles très prometteurs et, enfin, le contrôle des descendances génératives.

Cet aperçu, très schématisé, souligne à suffisance la lenteur et la durée d'un cycle complet d'observations dont chaque stade requiert plusieurs anées.

D'autre part, si l'on considère que le choix des arbres mères s'effectue au sein de populations comprenant plusieurs milliers de sujets, on réalisera l'ampleur des travaux basés sur d'innombrables observations individuelles.

On pourrait objecter à cette organisation la disproportion, en durée et en importance, qui règne entre les stades préliminaires, qui président au choix des semenciers, et la phase du jardin semencier, objectif ultime de la sélection.

Il était, par exemple, loisible d'écourter considérablement la durée des stades préparatoires en établissant *directement*, de nombreux jardins polyclonaux isolés; à l'issue des observations, l'élimination des clones indésirables permettrait de muer automatiquement ces jardins en champs grainiers isolés. L'insuffisance en terrains appropriés et en personnel spécialisé empêcha cette amplification expérimentale dans l'espace en vue de réduire l'amplitude des recherches dans le temps.

Nous devons signaler, pour éviter toute équivoque, que, si les traits saillants de la sélection congolaise, dans ses premiers stades, se retrouvent dans l'organisation indo-néerlandaise, il s'agit davantage d'une adaptation très libre que d'une copie passive. Ainsi, la détermination des critères qualitatifs et quantitatifs, les applications biométriques et les conceptions écologiques différaient considérablement de celles admises par les sélectionneurs hollandais. Un développement plus circonstancié déborderait du cadre de la présente note.

L'étude individuelle et minutieuse des clones candidats semenciers, si elle ne fournit, au point de vue pratique, qu'une présomption à l'égard de la valeur de la descendance, n'en a pas moins été très fructueuse à maints égards. Elle a, notamment, précisé nos connaissances sur la réaction du quinquina à diverses influences écologiques.

Avec le progrès de nos connaissances biologiques sur la reproduction générative du quinquina, une nouvelle orientation a pu être imprimée à la sélection. A l'issue des recherches expérimentales de biologie florale que nous avions conduites à Mulungu au cours des années de guerre (1), l'amélioration put être réorganisée sur des bases plus simples et plus rationnelles. Ces études biologiques permirent la mise au point d'une technique de fécondation artificielle, pratique et efficace, capable de réaliser les croisements sur grande échelle.

(1) ENGELBEEN, M. — Contribution expérimentale à l'étude de la Biologie florale de *Cinchona Ledgeriana* MOENS. Publicat. I.N.E.A.C., série scientif., n° 40 (1949).

Des miniatures de jardins semenciers sont effectuées directement sur les candidats géniteurs à l'aide des croisements dirigés.

Ainsi, le stade ultime de l'essai comparatif des descendances génératives, jadis l'aboutissement d'une longue chaîne de travaux et d'observations, peut être entrepris dès l'entrée en floraison des arbres mères. Dans l'éventualité d'une floraison insuffisante, ces arbres mères seront utilisés comme géniteur mâle.

Des recherches sont actuellement en cours à la Station de Mulungu en vue de hâter et d'intensifier la floraison des arbres de sélection.

A la fin de la guerre, différents croisements, totalisant plusieurs milliers de fécondations artificielles, étaient groupés en un jardin comparatif. Signalons, en passant, que les descendances de géniteurs à phénotype très voisin présentaient, au stade juvénile, une homogénéité remarquable. Suivant les derniers rapports de la Station de Mulungu, cette homogénéité morphologique s'est maintenue jusqu'à présent.

Il importe, évidemment, que ces essais comparatifs soient conduits en différents milieux écologiques et plus particulièrement en conditions conformes aux futures plantations.

Dès lors, les conclusions de l'essai comparatif des descendances hybrides présideront à l'établissement définitif des jardins semenciers isolés.

On conçoit aisément l'importante économie de temps et d'espace réalisée par la suppression de l'étude des clones, ainsi que les avantages que présente une technique basée sur l'objectif ultime de la sélection à l'égard de l'ancienne méthode appuyée sur des présomptions.

Signalons encore, pour souligner le gain d'espace réalisé, que les champs comparatifs de semenceaux issus de croisements artificiels sont établis suivant un dispositif de plantation normal (écartement : 1 × 1 m), alors que les jardins clonaux requièrent, pour la mise en évidence de leurs caractères, un écartement très ouvert: 2,50 × 3,50 m, par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

1919 GROOTHOFF, A — *Rationeele exploitatie van Kina-plantsoenen, in verband met de factoren welke invloed hebben op de kwaliteit en het gehalte der basten.* Amsterdam.

1937. KERBOSCH, M. — *Twintig jaren bemesting en selectie in de kinacultuur,* « Bergcultures », 28, p. 1019.

1882 MOENS, J. C. B. — *De Kinacultuur in Azie,* Batavia.

1923. SPRUIT, C P. P z — *Chinarinden* in C. FRUWIRTH, « Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzuchtung »,5e Band. Berlin.

1913. VAN LEERSUM, P — *Kina,* in K. W. VAN GORKOM'S Oost-Indische cultures, opnieuw uitgegeven onder redactie van H. C PRINSEN GEERLIGS, 3e Deel, Amsterdam.

Le problème des Pourridiés dans les Cultures arbustives tropicales et sa portée sur les techniques d'ouverture des Plantations

par

R. L. STEYAERT.
Ing. Agr. Col. Gx
Ancien Chef de la Division de Phytopathologie
de l'I.N.E.A.C.

INTRODUCTION.

Parmi les cryptogames terricoles, ceux groupés sous le vocable de « Pourridiés » ont incontestablement, au point de vue phytopathologique, une importance de premier plan, non seulement pour les régions tropicales mais aussi, d'une façon générale, pour toutes les régions où subsiste une agriculture succédant au défrichement sylvestre.

Essentiellement xylophages, les pourridiés sont intimement liés aux plantes ligneuses et appartiennent au complexe biologique des associations de plantes forestières, où ils exercent surtout une action nécrophage et contribuent ainsi à la formation de l'humus forestier.

Le mal serait inexistant si ces cryptogames n'étaient doués d'un potentiel parasitaire. C'est bien d'ailleurs la raison pour laquelle le problème des pourridiés se pose avec tant d'acuité, depuis que les régions tropicales contribuent d'une façon croissante au développement économique mondial. Surtout, depuis l'extension des cultures arbustives, telles que : l'Hevea, le Quinquina, le Cacaoyer, le Caféier, le Palmier à huile et d'autres d'importance secondaire, sans mentionner la Sylviculture encore dans l'enfance sous les tropiques.

Depuis les quarante ou cinquante ans que le problème des pourridiés s'est imposé, a grandi et s'est développé en raison directe de l'extension et de l'évolution rapide des cultures tropicales il est devenu une des, si pas la préoccupation majeure des phytopathologues. Toutefois, malgré le volume toujours croissant de recherches et d'ob-

servations, on a l'impression, en compulsant ces travaux, que la solution du problème nous échappe ou s'éloigne de plus en plus au fur et à mesure que l'on croit l'atteindre.

A tout bien considérer, ne commettons-nous pas une erreur fondamentale en faisant succéder immédiatement une culture arbustive à la forêt naturelle ? Dans les régions tempérées, la plantation de vergers après défrichements sylvestres s'est accompagnée des mêmes problèmes, des mêmes avatars, tant et si bien qu'en certaines régions elle est antiéconomique. Ne commettons-nous pas sous les tropiques la même faute? N'y aurait-il pas là une pratique hérétique?

Du point de vue de la conservation des sols il serait certes souhaitable de les maintenir sous couvert forestier ou semi-forestier mais à voir parfois les hécatombes résultant de la technique culturale suivie jusqu'à ce jour, un scepticisme, ou un doute tout au moins, peut naître sur la valeur de cette technique. Atteignons-nous notre but, tant au point de vue de la conservation des sols qu'au point de vue économique, lorsqu'il peut en résulter des éclaircies de 25-50 % et même plus ?

Le problème des pourridiés est un problème inhérent à la civilisation moderne. Il est, en effet, peu probable que l'Homme au cours des premiers âges des civilisations qui sont apparues sur la Terre ait eu à se préoccuper de ce problème; âges auxquels s'effectuèrent la majeure partie des défrichements. A ce niveau de civilisation l'Homme avait une agriculture restreinte à quelques plantes, uniquement destinées à une alimentation de base, les céréales principalement ou le pacage des premiers animaux domestiqués. Les cultures arbustives n'apparurent que bien plus tard et s'installèrent sur des défrichements datant de siècles.

C'est donc un problème moderne à la solution duquel ni la tradition ni l'expérience de la culture évoluée, telle que nous la connaissons dans les régions tempérées, ne nous sont d'aucun secours.

Les premiers colonisateurs, là où ils purent utiliser une main-d'œuvre asservie, ou ayant des caractères s'en rapprochant, agirent peut-être par instinct, par animosité envers la forêt primitive ou par crainte d'un danger soupçonné, opérèrent un défrichement total et un essouchement méticuleux.

Peut-on dire qu'ils furent mieux inspirés que lorsque, plus tard, sous la pression des conditions économiques l'essouchement fut abandonné. Je sais que beaucoup d'indices, surtout dans le jeune âge des plantations plaident en faveur des nouveaux procédés. Nonobstant ce fait on peut constater encore de nos jours la faible importance des pourridiés dans les plantations créées lorsque les anciennes méthodes étaient en honneur. Je ne veux citer pour exemple que la plantation du vieux Yangambi établie sur d'anciennes cultures indigènes. D'autres cas seraient encore à citer. Ces anciennes méthodes n'élimi-

naient pas cependant les pourridiés comme l'ont établi des essais menés systématiquement depuis et comme T. PETCH (56) le rappelle pour les années 1904-05, au cours desquelles la majeure partie des plantations de Thé furent établies à Ceylan. Cette efflorescence se calma toutefois par la suite, pour n'être qu'un problème secondaire dans les années ultérieures.

Est-ce à dire qu'il faut retourner à des méthodes de défrichement plus méticuleuses? Une réponse affirmative pourrait s'étayer sur des arguments phytopathologiques. Elle serait, par contre, négative sur la base d'arguments pédologiques.

Cet antagonisme conduit à une impasse dans laquelle nous nous sommes engagés en commettant, si l'on veut bien l'accepter ainsi, une hérésie au point de vue phytopathologique si pas du point de vue agricole tout court.

Pour résoudre ce dilemne, j'ai l'impression nette de la nécessité de réétudier dans son ensemble le problème de l'ouverture des plantations en fonction des éléments fondamentaux de la biologie des pourridiés dont de nombreux points ne sont pas encore établis avec certitude.

J'essayerai dans ce travail, en me basant sur l'ensemble de la documentation en la matière et sur des observations personnelles, de dégager des idées générales sur la biologie des pourridiés, de tracer une esquisse de leur évolution comme les observations permettent, à mon sens, de la reconstituer.

IDENTITE ET IMPORTANCE RELATIVE DES POURRIDIES.

Avant de nous engager plus avant dans le corps du sujet et pour fixer les idées énumérons les pourridiés reconnus comme tels à ce jour:

BASIDIOMYCETES :

POLYPORACEAE : *Rigidiporus microporus* (SW.) V. O. (*). *Fomes noxius* CORNER, *Ganoderma pseudoferreum* (WAKEF.) V. O. et St., *G. applanatum* (PERS.) PAT., *G. lucidum* KARST. (**).

AGARICACEAE : *Armillaria mellea* (VAHL.) QUEL., *Clitocybe tabescens* (SCOP. ex. FRIES) BRES. (150. 160. 161).

(*) La taxonomie du *R. microporus* (syn. *Fomes lignosus*) est discutée jusqu'à nos jours. T. Petch considère qu'aucun des deux noms ne lui est approprié. Il s'agirait d'une espèce non décrite. Si le genre *Fomes* doit être pris au sens que Kickx lui a attribué, il est certain qu'il ne peut être rangé dans ce genre. En attendant que la question puisse être élucidée, j'adopte le nom de *R. microporus*.

(**) Il n'est pas encore prouvé que le *Ganoderma* fréquent sur le Palmier à huile en Afrique, développe des rhizomorphes. Un récent voyage au Jardin Botanique de Kew m'a permis d'examiner des *G. curtisii* et *G. valesiacum* que Bourdot et Galzin classent avec *G. lucidum* dans un groupe à part se distinguant par sa trame fauve clair. S'il faut interpréter *G. lucidum* dans ce sens, Van Overeem le considère même comme synonyme de *G. curtisii*, le parasite du palmier à huile doit être considéré comme une autre espèce.

ASCOMYCETES :

Spaerostilbe repens B. et BR., *Xylaria thwaitesii* BERK., *Rosellinia pepo* PAT., *R. bunodes* B. et BR., *Rosellinia* spp., *Hypoxilon deustum* (HOFFM. ex. FR.) GREV., *H. mediterraneum* (DE NOT.) MILLER (81).

Techniquement, les pourridiés peuvent être divisés en trois groupes. Ceux 1°) à rhizomorphes externes, 2°) à rhizomorphes sous-corticaux, 3°) sans rhizomorphes bien définis mais développant des pourritures contractables à l'instar des pourridiés typiques.

Le premier groupe comprend : *R. microporus*, *G. pseudoferreum*, *F. noxius* et *X. thwaitessii*. Dans le second se rangent : *A. mellea*, *C. tabescens* et *Sp. repens*. Les autres organismes sont à inclure dans la troisième. Les *Rosellinia* sp. et *Hypoxilon* sp. ne sont pas à proprement parler des pourridiés mais ils ont des formes mycéliennes, perméant le bois, dont l'histologie rappelle les rhizomorphes. Certains *Rosellinia* ont cependant des formes rhizomorphiques sous-corticales. *C. tabescens* n'est connu à ce jour que de la Floride. Un *Clitocybe* sp. a cependant été signalé d'Australie également sur bananier. Il est fort probable que ce soit la même espèce. L'importance de *C. tabescens* est non négligeable étant donné qu'il a été observé sur 139 espèces végétales. Une distribution plus large le mettrait au rang des pourridiés de première importance. Petch avait cru pouvoir distinguer une espèce d'Armillaire spécifiquement tropicale, *A. fuscipes*, homologue de *A. mellea* (152). Il a reconnu par la suite (153) que c'était un synonyme d'*A. mellea*.

Ces préliminaires étant établis, signalons encore que cinq pourridiés ont sur le continent africain une importance majeure : *R. microporus*, *F. noxius*, *G. aff. pseudoferreum*, *G. lucidum* (pour la facilité, je dénommerai ainsi, dans cet exposé, l'organisme commun sur Palmier à huile) et *A. mellea*. Ce dernier de découverte récente sur Palmier à huile et Hevea au Congo Belge (81).

BIOLOGIE ET EPIPHYTOLOGIE DES POURRIDIES

L'examen de la littérature relatant les expériences et les observations accumulées au cours de ces vingt ou trente dernières années ne manque pas d'être déroutant. A part les travaux et les observations sur la biologie de ces parasites, qui nous ont apporté des éléments de réelle valeur, ceux ayant trait à la lutte frappent par leur précarité. Ceci dit, sans pour cela leur enlever leurs grands mérites, mérites qu'il faut reconnaître aux travaux de l'école de Sharples et Napper en Malaisie.

La précarité qui perce dans tous ces travaux est d'une tout autre nature. Ces phytopathologues en préconisant la méthode de traitement des racines au cours de rondes périodiques se sont évertués, avec

un succès relatif, à redresser une situation initialement très mauvaise. Sous certains aspects, ces méthodes me paraissent un peu comparables à celle qui voudrait débarrasser un mur humide des moisissures en les grattant alors que l'origine de l'humidité n'est pas prise en considération.

On constatait déjà, avant la dernière guerre une évolution dans les méthodes de lutte qui s orientaient plutôt vers l'étude des méthodes d'ouverture ou de plantation (28) que vers la lutte directe.

Il est probable que la méthode dénommée erronément « de plantation forestière » (forestry planting) et qui se qualifierait plus exactement « de plantation avec couverture de recrû forestier » marque un progrès sur les méthodes antérieures. Néanmoins dans ce système, comme dans les autres, la plantation succède immédiatement à l'abatage intégral de la forêt. Abatage autour duquel pivote toute notre culture des plantes arbustives. Ce système pèche par bien des côtés. Un des désavantages, et non des moindres, est la grande perte en bois d'œuvre qui en résulte. Rares furent et sont, les cas où l'Homme s'est préoccupé de minimiser cette perte sèche. D'autre part, si l'on tient compte des considérations émises par J. HENRY (31), les sols de forêt primitive ont une valeur moindre que ceux sous jachère forestière. Théoriquement donc, la culture ne devrait succéder qu'à une jachère forestière.

Envisageons maintenant le problème sous l'angle des pourridiés Toutes les observations concordent pour les considérer comme faisant partie intégrante de l'association végétale dont est composée la forêt. Dans cette ambiance leur développement est très modéré. Ils y sont sans doute tenus en respect par des antagonismes et des conditions de milieu peu favorables à une dissémination aisée de l'espèce. Composée d'un peuplement très dense, d'une grande variété d'espèces, la forêt a, au surplus, une atmosphère calme; les vents n'influent que très peu sur la circulation des masses d'air à l'intérieur de la végétation. Commentant l'influence du recrû forestier sur la dispersion de *R. microporus* et autres pourridiés, SHARPLES (64, page 84) estime que la grande densité des racines freine mécaniquement, par un effet de « chicanes » (« baffle effect ») la progression des rhizomorphes dans le sol. Cette explication me paraît s'harmoniser mal avec d'autres principes énoncés par l'école des phytopathologues malais, qui veulent que les rhizomorphes ne progressent dans le sol que sur des substrats ligneux, la progression libre dans le sol n'est tout au plus possible qu'à quelques centimètres. S'il en est ainsi, les débris ligneux offriront toujours un passage aisé à travers les « chicanes ». Je pense que cette inhibition de la croissance rhizomorphique a plutôt une explication biochimique : les racines vivantes excrétant des substances fungistatiques.

Intervient ici aussi une relation de quantités. Plus il y aura de racines vivantes, plus il y aura de substances fungistatiques, et plus le développement des rhizomorphes sera inhibé. Inversement moins il y aura de ces substances, plus aisé deviendra le développement.

Cette interprétation me paraît donner une meilleure explication des phénomènes observés.

En parlant ci-dessus de la turbulence faible de l'atmosphère j'avais en arrière-pensée la dispersion des sporées. Nous verrons plus loin l'importance que je leur attribue. Il est certain que dans une atmosphère calme et encombrée de végétation, les sporées sont fortement entravées dans leur dispersion. Non seulement elles ne sont pas ou peu véhiculées, mais la végétation met un obstacle, cette fois réellement mécanique, à leur dispersion.

R. LEACH (147), en établissant la dépendance de *A. mellea* aux matières amylacées de réserve contenues dans les souches, me paraît avoir effectué la contribution la plus significative de l'épithytologie des pourridiés. Contribution d'autant plus importante que la même relation a été confirmée pour les pourridiés externes en Malaisie.

Il paraît donc bien établi que les souches dépourvues de matières amylacées de réserve sont immunes aux pourridiés.

Ce fait permet d'accomplir un grand pas dans l'interprétation des pourridiés dans le milieu forestier. Dans cette ambiance la mort des arbres est généralement lente. Hormis des accidents comme des coups de foudre, du chablis ou le bris du tronc par une tornade, la mort des arbres ne survient qu'après un long stade de décrépitude au cours duquel les réserves radiculaires sont graduellement épuisées. Un arbre mort naturellement n'est donc pas un terrain favorable aux pourridiés.

Divers auteurs se sont préoccupés de déterminer les conditions optimales de croissance, mais ces études n'ont porté que sur quelques pourridiés, notamment *R. microporus*, *A. mellea* et *C. tabescens*. E. W. HANSON (29), tout en établissant des caractères biologiques distincts entre une souche du Liberia et une souche de Malaisie du *R. microporus*, a constaté que leurs optima de température pour la croissance étaient respectivement de 27° C. et 32° C. En outre, la souche de Malaisie était beaucoup plus exigeante sous le rapport de l'humidité que celle en provenance du Libéria. Celle-ci était la plus agressive pour les légumineuses. J. G. HARRAR (30), étudiant aussi une souche du Libéria, a observé que *R. microporus* s'accommode d'une grande variation de pH mais l'optimum se situe de pH 6 à pH 7,5, la température optimale étant 28° C.

A. S. RHOADS (101, 161), a fait une étude très poussée sur les conditions de vie d'*A. mellea* et de *C. tabascens* d'après un matériel récolté en Floride. Il en ressort que pour *A. mellea* l'optimum de température se situe entre 22 et 24° C. et l'optimum de pH entre 3,9 et 6,3 avec un déclin net et très rapide au-dessus de 7. Ceci en opposition avec *C. tabescens* pour lequel les optima sont respectivement de 25° C. à 29-31° C. et Ph. 3,9 à 8,7. Ce qui expliquerait d'après cet auteur que *C. tabescens* est de loin plus fréquent en Floride qu'*A. mellea*. Etant donné les nombreuses races biologiques que H. VAN VLOTEN (172) et d'autres auteurs ont pu distinguer chez *A. mellea*, il est prudent de ne pas accepter ces chiffres pour les régions tropicales sans vérification sur les souches locales.

G. A. GREATHOUSE et N. E. RIGLER (127) ont établi que certains alcaloïdes, tels que : la Sanguinarine et la Delphinine inhibent à un certain degré la croissance d'*A. mellea*.

Ces éléments permettent peut-être d'apporter une contribution pour expliquer la faible importance du *R. microporus* en forêt. D'après ce qui précède *R. microporus* serait relativement thermophile, raison qui expliquerait son large développement dans les abattages. Cette thermophilie expliquerait aussi la raison pour laquelle ce pourridié est peu fréquent dans l'Uele, où la température moyenne oscille entre 23 et 25° C. suivant les saisons, et, lorsque présent il est beaucoup moins développé que dans la cuvette centrale. Je ne puis fournir des chiffres, mais à la vue, il est incontestable que les carpophores que l'on peut récolter dans la dernière région sont de taille bien supériere à ceux récoltables dans l'Uele.

Tous ces éléments ne peuvent nous donner qu'un aperçu de la biologie des pourridiés et ne font que soulever le coin du voile. Néanmoins ils sont en harmonie avec ce qui est observable « in situ ».

En opposition avec ce qui se passe dans le milieu naturel, quelle image pouvons-nous construire, d'après les éléments en notre possession, de l'évolution des pourridiés dans les abattages?

L'abattage, qu'il soit suivi ou non du brûlage, non seulement rompt brusquement l'équilibre biologique mais aussi met au sol une quantité énorme de matière ligneuse en pleine sève et tue une vaste quantité de racines en sous-sol. Sur cette matière ligneuse apparaît une flore mycosique aussi abondante que variée se ruant à l'assaut de cette pléthore de matière nutritive.

NAPPER a émis l'hypothèse que les pourridiés existent à l'état latent dans la forêt primitive par foyers dispersés, qu'il dénomme « nœuds » d'une trame s'étendant sur les superficies en cause.

En plantation, ces nœuds se révèlent soit en plantant des légumineuses susceptibles, soit en prenant les Hévea mêmes comme témoins.

Cette théorie est assez largement acceptée. Toutefois, la densité des foyers peut être telle qu'elle équivaut à une infection généralisée. Ce qui a peut-être été la cause que la thèse contradictoire ait été soutenue, celle d'une infection uniforme des sols.

De nombreux facteurs nous sont, certes, encore inconnus. Il est fort probable que la composition quantitative et qualitative des associations forestières joue un rôle dans la répartition des pourridiés, de même que la nature ou la structure des sols ou le site. Rien ne nous interdit de supposer aussi : 1° que certaines essences forestières sont plus susceptibles d'héberger des pourridiés, 2° que certaines souches sont plus susceptibles les unes que les autres, 3° qu'il n'y ait pas nécessairement un parallélisme dans la susceptibilité entre celle de l'arbre sur pied et celle de la souche qui pourrait en résulter.

De nombreuses observations ont été faites sur la susceptibilité des souches. Il en est résulté de longues listes d'espèces végétales capables d'héberger les pourridiés. Ces observations n'ont cependant été faites que rarement d'une façon systématique, où l'âge du défrichement, l'importance du développement du pourridié et l'âge de l'infection ont été pris en considération.

De telles préoccupations semblent cependant avoir été entretenues par les Divisions de l'Hevea et du Caféier à l'I.N.E.A.C., car en 1937 un terrain d'observation fut aménagé où après détermination des essences qui l'occupaient, la forêt fut abattue et débardée. A proximité de chaque souche 2 Hevea et 2 Caféiers furent plantés. La mortalité de ceux-ci devait donner des renseignements sur le danger que présentaient les souches de certaines essences.

Un seul examen fut opéré par la Division du Caféier en 1941. A ce moment on a pu enregistrer les résultats suivants : voir Tableau I ci-dessous extrait du Rapport annuel pour l'année 1941 de la dite Division.

TABLEAU I

NOM	% d'occupation	Nombre de souches contrôlées	% d'infection Hevea - caféier
Scorodophloeus zenkeri	15,8	80	66
Polyalthia suaveolens	9,9	20	80
Cola griseiflora	9,6	23	60
Microdesmus puberula	4,7	15	40
Anonidium mannii	4,5	17	76
Dialium yambataense	3,5	9	66

Aucune conclusion ne fut tirée de ces observations, l'enchevêtrement des souches étant tel qu'aucune certitude ne pouvait exister quant à l'origine des infections des plantations témoins. En effet,

comme on le verra plus loin, des souches peu nombreuses mais à grand développement radiculaire traçant brouillèrent les résultats.

Il m'a paru intéressant de réétudier ces parcelles, en 1944 (79), en effectuant un relevé stastistique des fructifications des pourridiés sur les souches. Cette idée fut reprise en 1945 par R. DE POERCK (28) en l'appliquant sur des superficies plantées de défrichement d'âge connu. M. R. DE POERCK m'a obligeamment autorisé à faire des extraits de sa documentation.

Il est à regretter que des relevés de carpophores n'aient pas été effectués antérieurement, car la présence de fructifications, mieux que tout autre indice, est une preuve d'infection. Toutefois, si l'indice carpophore donne des garanties indéniables d'infection, il ne reflète pas l'infection réelle qui est certainement plus forte.

Le tableau II (79) résume les observations faites dans cette parcelle dénommée « Essai propagation Fomes » et d'autres faites en plantations. J'ai tenu compte de la présence de carpophores de *Ganoderma* spp. Je ne puis affirmer que ceux-ci, quoique ayant les caractères macroscopiques de l'espèce, appartiennent à *G. pseudoferreum*. Pour les besoins de l'instant, je les dénommerai *G. aff. pseudoferreum*.

En examinant les relevés du tableau II, qui sont donc ceux d'un défrichement de six-sept ans, on remarquera les souches de *Blighia wildemaniana* GILG (Oloko) Sur 12 souches observées, ils portaient une efflorescence très importante de carpophores. Dans l'essai « Propagation Fomes » elles firent disparaître les Hevea sur un très large périmètre (les caféiers furent arrachés en 1942). On peut voir là une conséquence sans aucun doute de l'enracinement traçant et très étendu de cette essence Le danger de contamination par ces souches est accru par leur longévité. Sur les 11 souches relevées en 1937 dans l'essai en question, 9 furent retrouvées en 1944. Les 2 autres devaient certainement encore exister mais l'abandon de la parcelle après 1941 a eu pour conséquence la disparition partielle du numérotage des souches. *Polyalthia suavolens* ENGL. et DIELS est la seconde essence sur laquelle il faut attirer l'attention. Son importance ne ressort pas immédiatement en consultant le tableau II. Elle ressort mieux des observations faites par R. DE POERCK (voir tableau III). Néanmoins, l'essai « Propagation Fomes » nous donne des renseignements utiles sur l'allure de la disparition des souches de *P. suaveolens*. En 1937, à l'établissement de l'essai, 109 souches sont répérées, en 1941 les observations ne portent plus que sur 20, tandis qu'il n'en reste que 4 reconnaissables en 1944. A ces observations s'ajoutent celles effectuées en plantations. Dans les défrichements de quatre-cinq ans, les souches portent d'abondants développements de carpophores. En 1945 (80), au cours d'un voyage d'études dans le District de l'Ubangi, mon attention fut attirée

par M. THIRION, Chef de Plantation de Plantation de Zambi, qui s'était intéressé également à la contamination des souches, sur celles d'une essence connue dans les dialectes locaux sous le nom de Tanda et Bafa. J'ai pu aisément reconnaître qu'elles étaient celles du *P. suaveolens*, essence très répandue dans la plantation.

La disparition rapide de ces souches, endéans les sept-huit ans, et leur contamination très importante m'inclinent à penser que là où cette essence domine ou est très répandue elles généralisent l'infection de *R. microporus* en très peu d'années.

D'autres essences donnent également des souches très suceptibles; les *Celtis* sp. par exemple. Peu fréquentes à Yangambi, elles sont, par contre, très répandues en d'autres régions. A Binga, les principaux foyers de *R. microporus* avaient les souches de ces essences pour origine.

Les observations de R. DE POERCK attirent l'attention sur d'autres essences telles que : *Annonidium mannii, Panda oleosa* et *Scorodophleus zenkeri.*

Cette dernière étude est par ailleurs très instructive sur l'évolution de l'infection dans le temps. Dans le défrichement âgé de trois ans 10,8 % des souches portent des carpophores. Ce taux monte à 36,3 % dans le défrichement âgé de six ans. Rappelons-le, ces chiffres représentent un taux limite minimum; l'infection réelle doit être plus élevée

Comment peut-on expliquer ce développement? Est-il uniquequement d'origine rhizomorphique ? En ce cas, comment expliquer la production massive des carpophores? Il n'est guère concevable que ceux-ci soient produits en si grand nombre sans fin utile dans la perpétuation de l'espèce. J'ai relaté dans une publication récente (81) mes observations sur l'émission massive de sporées par *R. microporus*, l'infection d'une souche de *Ficus* sp., les gâteaux mycéliens formés sur *Pueraria javanica*.

GARRETT (27, page 106), s'étonne que le sujet controversé de l'infection des souches par les sporées n'ait pas fait l'objet d'expérimentation. A mon avis, il y a suffisamment de preuves observables sur champs pour l'établir d'une façon définitive. Au tableau II on remarquera qu'une souche de *Synsepalum dulcificum* vivante à la base, portait des carpophores à la partie supérieure seulement. DE POERCK, dans son rapport non publié, cite un même cas pour une souche de *Scorodophleus zenkeri*. Dans l'essai « Propagation Fomes » je cite plusieurs cas de carpophores sur des troncs gisant au sol. A Zambi un piquet de plantation fait en *P. suaveolens* avait contaminé deux jeunes Hevea dont les racines étaient venues en contact avec lui et cependant le piquet n'était pas en contact avec du bois enfoui. Le piquet lui-même était parcouru de mycélium et de rhizomorphes de *R. microporus*.

A mon sens, la théorie de PETCH (53), attribuant une grande importance à l'infection des souches par sporées, est parfaitement valable. J'estime que les sporées sont capitales pour amener une infection généralisée des souches.

Les arguments avancés pour nier cette importance ou cette action ne me semblent pas convaincants. GARRETT (27, page 112), commentant les travaux de Napper, soulève l'argument des infections dormantes sur les racines d'essences forestières dont la résistance est supprimée par l'abatage. Ces infections latentes ne sont pas niables. Elles expliquent les « nœuds » de la trame de la théorie de Sharples mais ne portent pas atteinte à la théorie de l'infection par sporée.

Il paraît y avoir une grande confusion dans les idées; des faits portés à l'appui de théories sans relation, en évitant les conclusions les plus simples.

Il est un fait indéniable, c'est que dans les défrichements non essouchés *R. microporus* se développe et se propage sur les souches, entraînant une infection généralisée au bout de quelques années.

Il est à noter que je ne soutiens pas la thèse de l'infection directe des Hevea par les sporées. Aucun fait expérimental ou d'observation ne me paraît pouvoir la soutenir.

A l'inverse de la susceptibilité des souches on constatera d'après les tableaux II et III que certaines essences laissent des souches sur lesquelles aucun développement de carpophore n'a encore pu être observé, notamment : *Cynometra hankei*, *Afrormosia elata*, *Dialium yambataense*, et l'essence signalée sous le nom vernaculaire d'Ebelaka-belaka dont le nom scientifique paraît être soit *Strombosia grandifolia* ou *Strombosiopsis tetrandra*. Ces trois dernières essences ne sont pas parfaitement immunes mais les infections sont rares. D'autres essences telles que : *Chrysophyllum lacourtianum*, *Diospyros* sp. ne manifestent une infection que plusieurs années après l'abattage.

Parmi les arbres du recrû ou de forêt secondarisée, j'ai pu remarquer partout (80), que *Macaranga aff. zenkeri* M. ARG. et surtout *Myrianthus arboreus* P. BEAUV. et *Caloncoba glauca* GILG. étaient réceptifs à *R. microporus*. *C. glauca* est même très susceptible à l'état vivant comme on a pu le constater à Yangambi. Par contre, les souches d'*Alstonia* paraissent peu réceptives.

En ce qui concerne *Ganoderma aff. pseudoferreum*, on verra que sa répartition est déjà très importante dans un abattage de six-sept ans (tableau II). Ce qui frappe, c'est que des espèces non ou peu réceptives à *R. microporus*, telles que les *Cynometra* sp., *Chrysophyllum Lacourtianum* montrent, cette fois, des infections non négligeables.

Il serait sans doute prématuré de dresser une liste des essences susceptibles mais dès à présent on peut prévoir qu'elle ne sera pas identique à celle établie pour *R. microporus*.

De cet ensemble d'observations on peut, me semble-t-il, reconstituer dans ses grandes lignes le tableau de l'évolution des pourridiés après l'abattage. Cette reconstitution fait appel en certains points à des considérations hypothétiques. Je n'entends les envisager que comme telles et comme base à des programmes de recherches qui les confirmeront ou infirmeront.

A l'abattage de la forêt, les foyers de *R. microporus* et autres pourridiés sont libérés des antagonismes et des substances fungistatiques produites soit par la flore phanérogamique ou la flore microbienne du sol. Le développement mycélien et rhizomorphique, se déclenche avec vigueur sur les souches abondamment pourvues de matières amylacées de réserve.

La disparition du couvert forestier provoque une élévation de température que *R. microporus* met à profit pour se développer avec vigueur. Suit une première éclosion de carpophores dont les sporées contaminent les souches les plus susceptibles, déclenchant un nouveau cycle : mycélium-rhizomorphes-carpophores. Contamination des souches plus résistantes. En définitive, les foyers initiaux sont noyés dans une infection généralisée qui ne s'éteindra que par la disparition progressive de la matière ligneuse morte. Combien de temps faudra-t-il pour arriver à ce stade? D'expérience on sait que vingt années ne sont pas trop. Entretemps, des pertes sensibles, sinon considérables, se produisent dans les plantations et celles-ci subissent de telles éclaircies, que l'avantage du non-incinéré et du non-essouchage est fort réduit.

En réalité, nous établissons des plantations dans un bouillon de culture de pourridié. Bouillon qui est entretenu par la persistance des souches.

Les effets de cette politique de plantation ne sont combattus à grand'peine que par la méthode des rondes sanitaires périodiques, sur laquelle VAN LEER (92) jette une petite note pessimiste.

En brossant ce tableau, j'ai surtout eu en vue *R. microporus*, mais au cours des années la nature de l'infection évolue. Les Phytopathologues de Malaisie ont établi une distinction assez nette de la nature des infections en fonction de l'âge des plantations, *R. microporus* étant prédominant dans le jeune âge et *G. pseudoferreum* dans l'âge adulte. Cette succession doit être entendue sans exclusive; en ce sens que les organismes peuvent se rencontrer à tout âge de la plantation. Mes relevés (Tableau II) indiquent que les *Ganoderma* spp. peuvent apparaître très tôt sur les souches. Il en est de même pour *F. noxius* Mes premières récoltes de carpophores de cette espèce et qui sont, je crois, les premiers récoltés au Congo Belge (Je n'ai pu trouver jusqu'à présent aucun échantillon dans les collections du Jardin Botanique de Bruxelles) ont été faites dans un défrichement de trois-quatre ans, à

la Plantation de Boto dans l'Ouest du district de l'Ubangi sur une souche de *Celtis* sp. et sur une souche indéterminée (« Banakoni » en dialecte Bwaka). Deux autres exemplaires furent récoltés dans deux autres plantations, également dans l'Ubangi, dont le défrichement ne datait pas de plus de cinq ans. Par contre, un exemplaire fut récolté à Yangambi dans un défrichement datant de 1929-30.

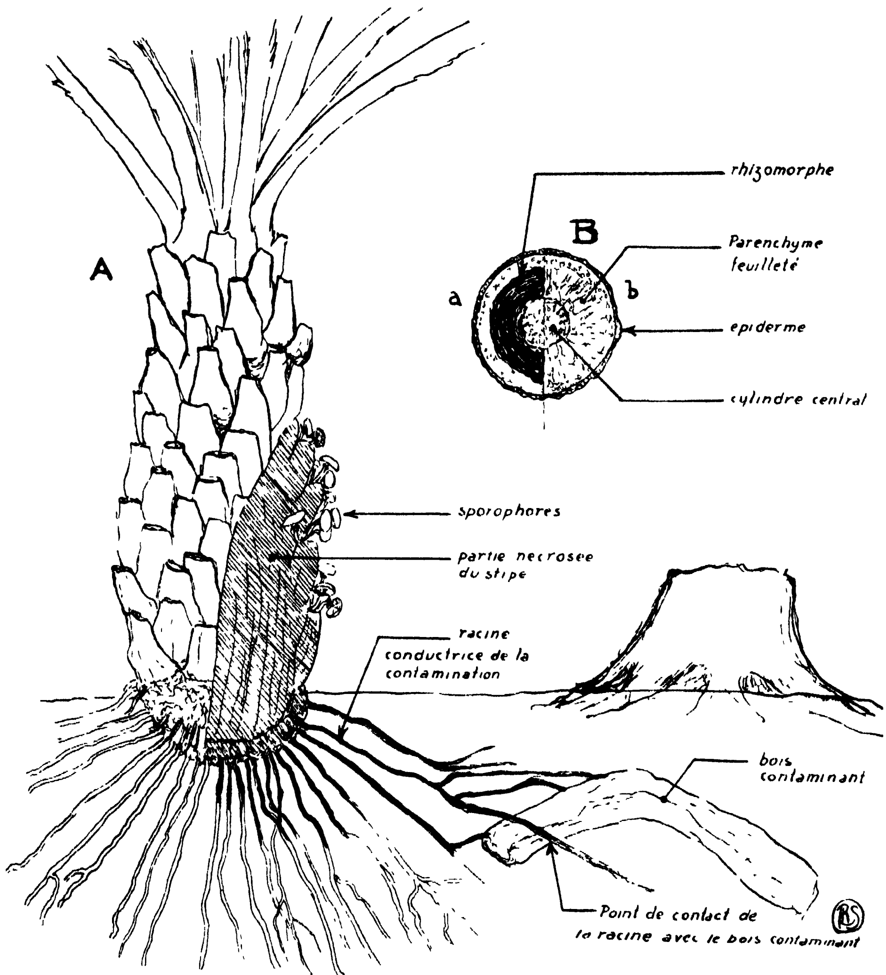
Dans les grandes lignes, les observations faites en Malaisie se confirment au Congo Belge. Peut-être pourrais-je faire un petit correctif. Il serait plus correct, il me semble, de parler d'âge de défrichement que d'âge de plantation, *R. microporus* étant beaucoup plus vigoureux que les autres pourridiés peu après l'abattage.

Au Congo Belge, un quatrième larron complique le problème pour les plantations d'Hevea et de Palmier a huile; il s'agit d'*A. mellea*.

Ce pourridié me paraît peut-être un des plus menaçants, car son potentiel parasitaire s'échelonne sur un très grand nombre d'années. Le tableau II signale quelques cas sur les souches dans les défrichements jeunes. Suite à la découverte de *A. mellea* sur Hevea (81), De Poerck et Van Leer (92) l'observent sur des arbres de quatre-cinq ans Les observations que j'ai pu faire portent plutôt sur de vieilles plantations de plus ou moins quinze ans d'âge : Caféier et *Leucaena glauca* à Kumu, *Albizzia* sp. à la Nao, Hevea à Lula, Palmier à huile à Yangambi.

Depuis l'adoption des rondes sanitaires à Yangambi, on constate la gravité de ce pourridié pour l'Hevea. Depuis sa découverte sur le Palmier à huile, on peut juger de la menace qu'il représente pour cette culture Le mode de contamination a été l'objet de nombreuses controverses. De Poerck (23) et Van Leer (92), se basant sur d'anciennes opinions voient en *A. mellea* un parasite de blessures. H. E. Thomas (168) et D. E. Bliss (106) ont établi irréfutablement la pénétration autonome des rhizomorphes dans les racines des plantes hôtes, sans inféodation aux blessures. De plus, Bliss a déterminé, comme dans le cas *R. microporus*, ainsi qu'il en a été établi par les études de De Jong (22), que la contamination ne s'opérait qu'au contact d'un morceau de bois assez volumineux. Les conditions déterminant la contamination sont donc, sous cet aspect, les mêmes que pour les pourridiés à rhizomorphes externes. Le palmier à huile n° 1285 du bloc A des champs de la Division du palmier à huile sur lequel les premières observations de *A. mellea* ont été faites, avait contracté la maladie au contact des racines avec un morceau de racine de souche (voir fig. 1). Il en est de même pour les cotonniers observés à la Station de Gemena. Les bourrelets de latex que l'on observe autour des racines de l'Hevea sont vraisemblablement consécutifs à des blessures, mais *postérieures* à l'infection, raison pour laquelle ces bourrelets sont observés plus fréquemment dans les champs traités par les

rondes sanitaires périodiques. J'explique ces faits de la façon suivante : la progression du rhizomorphe dès qu'il a pénétré dans la racine se fait le long du cambium, détachant l'écorce du xylème. L'écorce ne meurt qu'à un stade assez avancé de la maladie. Entre-temps l'écorce vient-elle à être blessée, un écoulement de latex se produit et le rhizomorphe évolue en rhizomorphe noir, caractéristique de ceux exposés à l'air. La présence de bourrelet est donc, à l'instar



des carpophores, une preuve irréfutable de contamination mais il ne faut le considérer statistiquement que comme un indice minimum, l'infection réelle étant plus grande. Sans blessures, le diagnostic est beaucoup plus difficile à poser, car il faudrait décortiquer les racines.

Notons que ce pourridié ne peut être traité par les rondes sanitaires périodiques, si ce n'est par l'ablation des racines et leur extirpation parfaite.

Pour ce pourridié comme pour les pourridiés externes, l'incidence de l'infection est donc fonction de la quantité de bois mort ou moribond enfoui dans le sol d'une plantation.

De nombreux caractères paraissent indiquer qu'*A. mellea* pourrait devenir le facteur limitant dans le problème des pourridiés. Je me place ici, uniquement du point de vue des cultures de la cuvette centrale congolaise. On sait déjà que dans certaines régions d'altitude de l'Est de la Colonie, en Ituri notamment, *A. mellea* est une réelle menace. Contamination insidieuse, malaisément détectable, absence de moyen de lutte directe, persistance du potentiel de contamination jusqu'à un âge très avancé du défrichement, font que ce pourridié mérite de retenir très sérieusement notre attention.

Si l'optimum de température établi par A. S. Rhoads se confirme pour les formes tropicales *A. mellea* serait favorisé, sous ce rapport, dans les conditions de couvert dense, c'est-à-dire sous recrû forestier ou sous plantation adulte fermée.

CONCLUSIONS

En esquissant l'évolution des pourridiés dans des défrichements non essouchés, j'ai démontré qu'un grand développement est donné à une infection latente cantonnée originellement en des foyers restreints. On permet, d'autre part, à des pourridiés à évolution lente d'atteindre l'âge adulte des plantations.

Dans ce milieu, les plantations elles-mêmes, par l'entrelacement progressif des racines contribuent à répandre et à entretenir l'infection au cours des années.

En comparaison on a le témoignage des plantations établies à l'époque où se pratiquait l'essouchement complet et pour lesquelles les pourridiés ne donnèrent guère de soucis. De même pour les plantations établies sur des terres abandonnées après de nombreuses années de cultures de plantes annuelles. L'exemple de Sharples pour les plantations établies en Malaisie sur des terres couvertes d'*Imperata* est suggestif à cet égard.

La conclusion est claire. L'importance des pourridiés est fonction de la quantité de bois mort enfoui dans le sol. NAPPER (46) a tiré argument, en faveur du non-essouchement, des chiffres révélés par un essai où cette pratique était comparée à l'essouchement. L'explication de cette anomalie me paraît assez simple. Les opérations d'essouchement n'atteignent jamais la perfection; en plus, les labours ultérieurs non seulement ont tendance à distribuer uniformément le bois moribond mais aussi à aérer le sol, aération qui permet au bois contaminé d'être le siège d'un développement mycélien vigoureux.

Dès l'épuisement des matières nutritives, que représente cette matière ligneuse, les pourridiés cessent de se développer.

Commentant les résultats du non-essouchement, NAPPER (46, 27) s'exprime en ces termes : « The larger pieces of infected material must therefore be considered relatively harmless to the young plantation crop, as they will not arrive at the stage of rhizomorph production for some time; they are not merely harmless, however, but are actually beneficial, as they represent solid surfaces upon which the growth energy of the rhizomorphs must be expended. The greater the area of solid surfaces, or obstacles, to be covered, the slower will be the advance of the rhizomorphs from their source, with the result that some of them may never achieve infection of the roots of the plantation crop ».

Cette interprétation n'est pas, à mon sens, correcte. La mienne est qu'en non-essouchement les foyers latents de pourridiés ne sont pas dérangés ni le sol aéré. Le développement des pourridiés est plus lent au départ mais se renforce en quantité et en virulence au cours des années (voir les expériences de De Jong et autres sur l'importance du volume du substrat solide sur la virulence de l'inoculum). Les pourridiés n'épuisent pas leur énergie de croissance en se développant sur des volumes de plus en plus grands de matières solides. Au contraire, au plus d'aliment est donné à un organisme au plus il se développera en force et vigueur. Les foyers croissant en volume accroissent leur potentiel de virulence pour les plantations d'âge plus avancé.

La conclusion de cet exposé me paraît assez évidente. Nous devons donc, soit prévenir, soit éviter la grande efflorescence des pourridiés consécutive à l'abattage, en essouchant aussi parfaitement que possible ou en retardant l'époque de la plantation d'autant d'années qu'il faut pour arriver à la désagrégation complète des matières ligneuses dans le sol. Deux solutions cependant peu séduisantes tant du point de vue pédologique qu'économique.

Le problème pourrait se résoudre peut-être d'une autre façon. Le résultat à atteindre est d'empêcher le développement des foyers de pourridiés latents en forêt et de neutraliser toute matière capable de servir de substrat à ces organismes.

Le moyen d'y parvenir serait le passage graduel de l'état de forêt à celui de plantation. En somme, abandonner la méthode brutale que constitue le défrichement par abattage massif de la forêt. En opérant graduellement, tous les facteurs antagonistes des pourridiés restent actifs.

Transposé sur le plan pratique, ce système implique de débuter par l'exploitation forestière qui rabattrait progressivement les étages pour arriver finalement à une forêt de sous-étage où la plantation serait effectuée en layons.

L'exploitation aurait non seulement pour but de tirer profit de cette réserve de bois d'œuvre, qui ordinairement part en fumée, mais aussi de secondariser la forêt.

Après plantation, le sous-bois serait progressivement rabattu pour en arriver à une couverture de recrû.

La neutralisation des matières ligneuses — il restera forcément des souches laissées par l'exploitation forestière — peut être obtenue en procédant avant l'abattage, à l'empoisonnement des arbres soit par l'arsénite de soude soit par des composés de l'acide 2-4 dichlorophenoxyacétique, produits sur lesquels j'ai attiré l'attention et dont j'ai mentionné l'usage possible pour préparer les abattages, dans une publication sous presse dans la revue « Parasitica ». Les études faites avec ces produits indiquent qu'ils modifient les échanges respiratoires des plantes herbacées sur lesquelles ils ont été expérimentés, entraînant un appauvrissement très sensible des matières amylacées. Si les mêmes phénomènes se confirment pour les plantes ligneuses, ils auraient au surplus l'avantage de rendre les bois d'œuvre immuns aux attaques de *Lyctus* sp., problème également sous la dépendance de la teneur des bois en matières amylacées.

Cette suggestion quant à la technique de l'ouverture des plantations doit, bien entendu, recevoir la sanction de l'expérimentation.

J'attribue toutefois à cette technique les mérites : 1) de ne jamais dénuder le sol; 2) de tirer profit des réserves de bois d'œuvre; 3) de secondariser la forêt pour se rapprocher du point de vue de J. Henry; 4) de ne pas favoriser la multiplication des foyers de pourridiés.

Cette technique n'éliminera pas les pourridiés, mais si les conclusions auxquelles je suis arrivé au cours de cet exposé se vérifient, ils seront localisés et d'importance secondaire

Si cette technique se révélait impraticable ou ne répondait pas aux espérances, je crois, qu'étant donné la situation des pourridiés au Congo Belge, nous nous verrions dans l'obligation de revenir aux anciennes méthodes d'ouverture, ou, si les plantations d'Hevea en particulier, réussissent sur des terres abandonnées par la culture, comme le laisse supposer l'exemple cité par Sharples, de donner la préférence à ces terres. Cette politique aurait l'avantage de récupérer des terres vouées autrement à la dégradation totale.

TABLEAU II

RELEVE DES CARPOPHORES DE POURRIDIES SUR SOUCHES YANGAMBI AVRIL 1944.

ESSAI « PROPAGATION FOMES »					Sur souches observées en plantation			Total		
NOMS SCIENTIFIQUES	Noms vernaculaires (Dialecte Turumbu)	Nombre de souches	*Rigidoporus microporus* *	*Ganoderma* **	Nombre de souches observées	*Rigidoporus microporus*	*Ganoderma*	Souches observées	*Rigidoporus microporus*	*Ganoderma*
Afrormosia elata HARMS	Bole	12(1)	1	—	—	—	—	12	1	—
Albizzia gummifera GMEL.	Bamba	—	—	—	1	1	—	1	1	—
Angylocalyx Pynaerti DE WILD.	Bofele	2	1	—	1	—	—	3	1	—
Annonacée	Onin'ngo	2	—	—	—	—	—	2	—	—
Annodium Mannii (OLIV.) ENGL. et DIELS	Anguta	2	2	—	—	—	—	2	2	—
Antrocaryon Nannanii DE WILD.	Bokongo	1(2)	—	—	—	—	—	1	—	—
Balanites sp.	Loole	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Blighia Wildemaniana GILG.	Oloko	9	9 (3)	2	3	2	—	12	11	2
Celtis Brieyi DE WILD.	Aila lalowa	2	1 (4)	—	—	—	—	2	1	—
Chrysophyllum africanum A. DC	Ondutu	6	1	1	—	—	—	6	1	1
Chrysophyllum Lacourtianum DE WILD.	Olinda	9	—	3	2	—	1	11	—	4
Cola griseiflora DE WILD.	Elenda-lenda	7	1 (5)	—	2	—	—	9	1	—
Combretodendron africanum (WELW.) EXELL	Osoo	7	—	1	—	—	—	7	—	1
Combretum sp.	Lokele	2(6)	—	1	2	—	2	4	—	3
Cynometra Alexandri C. H. WRIGHT	Etune	5	1	3	—	—	—	5	1	3
Cynometra hankei HARMS	Wehu	15	—	3	2	—	1	17	—	4
Dialium yambataense VERM.	Gwokole	10	—	1	2	—	—	12	—	1
Drypetes armoraciae PAX et HOFFN.	Etekele	4	—	—	1	1 (7)	—	5	1	—
Drypetes sp.	Lekwa	1	—	1	1	—	—	2	—	1
Diospyros sp.	Lioala	6	—	—	2	—	1	8	—	1
Erythrophloeum guineense G. DON.	Olanda	1	—	—	2(8)	—	1	3	—	1
Fernandia Adolfi-frederici GILG et MILB	Lototo	2	—	—	2	—	1	4	—	1
Gossweilerodendron balsamiferum HARMS	Bowlu	2	—	—	3	3	—	5	3	—
Guarea cedrata (CHEV.) PELLEGRIN	Lombe	6	—	—	—	—	—	6	—	—
Irvingia gabonensis BAILL. ex. LAHNEN	Olili	4	1 (9)	1	1	1	—	5	2	1
Irvingia grandifolia ENGL.	Obe	—	—	—	2	1	—	2	1	—
Isolona Bruneelii DE WILD.	Loopa	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Klainedoxa gabonensis PIERRE	Okolondo	4	—	1	1	—	—	5	—	1
Microdesmus puberula HOOK f.	Likulu	5	2 (10)	—	—	—	—	5	2	—
Millettia sp.	Lifololo	5(11)	1	—	1	—	—	6	1	—
Morinda geminata DC.	Isuku	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Ochtocosmus Dewevrei DE WILD.	Likolo-liambi	5	2	—	1	1	—	6	3	—
Ongokea Klaineana	Oleke	3	1	—	1	—	1	4	1	1
Pancovia Harmsiana GILG	Itende	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Panda oleosa PIERRE	Okale	6	3	—	2	—	1	8	3	1
Parinari ealaense DE WILD.	Loona	1	1	—	1	—	1	2	1	1
Parinari glabra OLIV.	Evungu	—	—	—	1	—	1	1	—	1
Pentaclethra macrophylla BENTH.	Atekakula	1	—	—	2(12)	—	—	2	—	—
Polyalthia suaveolens ENGL. et DIELS	Bombaie	4	1	—	3	3	—	7	4	—
Pterocarpus Soyauxii TAUB.	Leele	5(13)	—	—	—	—	—	5	—	—
Pterygopodium sp.	Akwakwa	5(14)	—	2	1	—	1	6	—	3
Pterygota aff. Bequaerti	Okaina	—	—	—	1	1	—	1	1	—
Pteleopsis minutiflorus	Osanga	2(15)	—	—	—	—	—	2	—	—
Sarcocephalus Diderrichii DE WILD. et DUR.	Okese	—	—	—	1(16)	—	—	1	—	—
Scorodophloeus Zenkeri HARMS	Ofili	44	6 (17)	5	11	6	3	55	12	8
Staudtia gabonensis WARB.	Okofe	4	1	1	1	1	—	5	2	1
Sterculia tragacantha LINDL.	Otutu	2	2 (18)	—	1	—	—	3	2	—
Strombosia glaucescens ENGL.	Ikwangabongo	5	2 (19)	—	1	—	—	6	2	—
Strombosia grandifolia HOOK. f.	Ebelaka-belaka	15	1	3	—	—	—	15	1	3
Synsepalum dulcificum (SCHUM et THON.) DANIELL	Onga	5(20)	2	1	1	1	—	6	3	1
Trichilia Heudelotii PLANCH.	Lifondji	5	—	1	—	—	—	5	—	1
Trichilia Prieureana JUSS.	Bokoko	—	—	—	—	—	—	3	—	—
Tridesmostemon sp.	Wenge	1(21)	—	—	—	—	—	1	—	—
Tylostemon Corbisieri ROBYNS	Losomba	1(22)	—	—	—	—	—	1	—	—
Vitex sp.	Inaolo Ebite	2	1	—	—	—	—	2	1	—
Vitex mombasae VATKE	Ebite	2	—	1	—	—	—	2	—	1
Xylopia africana OLIV.	Bombaie bofofow	4	1	2	1	1	—	5	2	2
	Total	257	45	34				320	68	49
	%		17,5	9,3					21,2	15 3

Voir liste explicative ci-après (page 1670).

Liste explicative du tableau II.

* = *Rigidoporus microporus* (Sw.) V.O.
** = *Ganoderma* aff. *pseudoferreum* (Wak.) V.O. a St.
(1) = sur tronc gisant à terre.
(2) = souche vivante.
(3) = toutes infections très importantes. Carpophores très développés. Une souche portait des *Ganoderma* en mélange avec *R. microporus*.
(4) = développement important de carpophores.
(5) = développement important de carpophores.
(6) = une souche vivante.
(7) = développement important de carpophores.
(8) = un développement d'*Armillaria mellea*.
(9) = *Rigidoporus microporus* sur tronc gisant à terre.
(10) = une souche portant un important développement de carpophores.
(11) = souche vivante
(12) = deux souches porteuses d'*A. mellea*.
(13) = un Hevea à proximité porteur de carpophores de *R. microporus*.
(14) = un Hevea à proximité porteur de carpophores de *R. microporus*
(15) = une souche vivante.
(16) = une souche vivante.
(17) = carpophores de *R. microporus* sur tronc gisant à terre.
(18) = toutes deux porteuses d'importants développements de carpophores.
(19) = une souche porteuse de nombreux carpophores.
(20) = une souche atteinte par *R. microporus* était vivante à la base; seule, la partie supérieure morte portait des carpophores.
(21) = une souche partiellement vivante.
(22) = une souche partiellement vivante.

TABLEAU III

Relevé des souches porteuses de carpophores de *Rigidoporus microporus* (*).

A. — DANS CHAMPS DEFRICHES DEPUIS 3 ANS				
Noms scientifiques	Noms vernaculaires (D'al.)	Densité moyenne à l'hectare	Carpophores Pr. — Ab.	Rapport souches parasitées et non
Scorodophloeus Zenkeri Harms	Ofili	23,2	14—79	1/5,6
Panda oleosa Pierre	Okale	9,5	5—33	1/6,6
Cynometra Hankei Harms	Wehu	4,8	0—19	—
Annonidium Mannii (Oliv.) Eng. et Diels	Anguta	5,7	6—11	1/1,8
Diospyros ou *Maba* sp.	Liala	4,3	0—17	—
Polyalthia suaveolens Eng et Diels.	Bombaie	6,8	11—16	1/1,5
Chrysophyllum Lacourtianum De Wild	Olinda	6,8	0—27	—
Strombosiopsis tetrandra Eng	Ebelaka belaka	4,8	0—19	—
Cola griseiflora De Wild.	Elendalenda	9,0	1—27	1/27
Microdesmus puberula Hook. f.	Likulu	7,5	1—30	1/30
Guarea sp.	Lifondji	3,3	2—11	1/5,5
Celtis Brieyi De Wild	Angwabele	3,5	5— 9	1/1,8
Dialium sp	?	3,2	0—13	—
plus de 37 autres especes diverses de moins de 3 à l'hectare Au total, 59 souches étaient porteuses de carpophores pour 486 sans trace de ceux-ci; soit 10,8 %.				

TABLEAU III (Suite.)

B — DANS CHAMPS DEFRICHES DEPUIS 6 ANS				
Scorodophloeus Zenkeri HARMS . .	Ofili	38,3	47—70	1/1,5
Penda oleosa PIERRE . . .	Okale	15,7	29—18	1/0,6
Cynometra Hankei HARMS	Wehu	9,7	0—29	—
Annonidium Mannii (OLIV.) ENG. et DIELS. . . . . , ,	Anguta	9,0	18— 9	1/0,5
Diospyros ou *Maba* sp	Liala	7,0	4— 7	1/1,8
Polyalthia suaveolens ENG. et DIELS. .	Bombaie	6,3	12— 7	1/0,6
Chrysophyllum Lacourtianum DE WILD	Olinda	5,0	5—10	1/2
Strombosiopsis tetrandra ENG . .	Ebelaka belaka	4,0	0—10	—
Cola griseiflora DE WILD.	Elendalenda	4,0	3— 9	1/3
Microdesmus puberula HOOK. f. .	Likulu	4,0	5— 7	1/1,4
Synsepalum cordatum DE WILD .	Onga	3,0	4— 5	1/1,3
Guarea Laurentii DE WILD . . .	Lifondji	2,3	2— 5	1/2,5
Celtis Brieyi DE WILD.	Angwabele	1,6	3— 2	1/0,67

plus 40 autres espèces diverses de moins de 3 à l'hectare.
Au total, 155 souches porteuses de carpophores
pour 427 sans trace de ceux-ci; soit 36.3 %.

(*) Les renseignements de ce tableau sont extraits d'un travail non publié de M. R. De Poerck, intitulé « Rapport préliminaire sur le problème des pourridiés de l'Hevea à la Station de Yangambi (Congo belge) (23).

BIBLIOGRAPHIE

1. Pathological Division. — Annual Reports, Rept. Rubber Res. Inst., Malaya, 1934 à 1941.

2. ALLAN (J. G.). — « Soil covers on Rubber plantations ». Indian Rubber Journ., *96 (25)* . 724-728 : 1938.

3. ARTSZ (C.). — « Iets over de roode wortelschimmel bestrijding in de theetuinen ». De Bergcultures (2) : 52-53 : 1938.

4. BALLY (W.) — « Nieuwe wortelschimmels bij koffie ». De Bergcultures, *3* (65) : 1669-1675 : 1929

5 — « Twee zwarte wortelschimmels van Hevea (*Rosellinia bunodes* (B et BR.) SACC. en *Xylaria thwaitesii* COOKE) ». Arch v Rubbercult. Ned.-Indie, *13* (8) : 431-447 : 1929.

6 — « De zwarte wortelschimmels van Koffie » Arch. v Koffiecult. Ned.-Indie, *4* : 1-16 : 1930.

7 — « Handboek voor de Koffiecultuur ». Eerste deel : *De ziekten van de Koffie.* Amsterdam, De Bussy, 1931.

8. BEELEY (F.) — « Annual Report. — Pathological Division » Rept Rubber Res. Inst. Malaya, 1937 : 128-156 : 1938.

9 — « Annual Report, Pathological Division ». Rept. Rubber Res. Inst. Malaya, 1938 : 115-145 : 1939.

10. BEELEY (F.) et NAPPER (R. P. N.). — « Annual Report, Pathological Division ». Rept Rubber Res. Inst. Malaya, 1936 : 77-98 : 1937.

11. BERNARD (C.). — « Wortelziekten bij Thee en Rubber ». De Thee, 5 (3) : 75-79 : 1924.

12. BERTRAND (H. W. R.) et MINOR (E. C. K.). — « A method of controlling Fomes and other root diseases in replanted Rubber areas ». Trop. agriculturist, *89* (3) : 135-140 : 1937.

13. BOBILLIOFF (W.). — « Onderzoekingen over de roode wortelschimmel bij Hevea ». Arch. v. Rubbercult. Ned.-Indie, *13* (2); 98-117 : 1929.

14. BRYCE (G.). — « The toxicity of lime to *Fomes lignosus* KLOTZSCH. ». Dept. Agric Ceylon, Bull. n° 64, 1923.

15. CHIPP (T. F.). — « Another ' Wet Rot ' and *Poria hypobrunnea* ». The Garden's Bull., Straits Settlem., *2* (12) : 429-432 : 1921.

16. CHOW (C. H.) et CHEN (H. K.). — « On the variation of *Ganoderma lucidum* (FRIES EX VAN LEYSSER) KARST. ». Bull. Fan Inst. Biol. Peking, *6* : 36-41 : 1935.

17. CORNER (E. J. H.). — « The identity of the fungus causing wet root rot ». Journ. Rubber Res. Inst. Malaya, *3* (2) : 120-123 : 1931.

18. — « The identification of the brown root-rot fungus ». Garden's Bull., Straits Settlem., *5* (12) : 317-350 : 1932.

19. CRONSHEY (J. F. H.) et BARCLAY (C.). — Replanting areas infected by root diseases. — Preliminary results obtained from an experiment on low land on Sumatra's East coast ». Arch. v Rubbercult. Ned.-Indie, *22* (3) : 163-172 : 1939.

20. DE FLUITER (H. J.). — « Wortelschimmels en Hevea herontginningen ». De Bergcultures, *12* (37) : 1258-1266 : 1938.

21. DEIGHTON (F. C.). — Mycological section. — Ann. Rept Lands and Forests Dept. Sierra-Leone for the year 1927 ». 13-17 . 1928.

22. DE JONG (W. H.). — « Het parasitisme van *Rigidoporus microporus* (SWARTZ) V. OVER., Syn.: *Fomes lignosus* KLOTZSCH. bij Hevea brasiliensis ». Arch. v. Rubbercult. Ned.-Indie, *17* (4-6) : 83-104 : 1933

23 DE POERCK (R.). — « Rapport préliminaire sur le probleme des Pourridiés de l'Hevea à la Station de Yangambi (Congo Belge) ». Rapport de service, I.N.E.A.C » (non publié)

24. — « Sur un nouveau procédé de lutte contre les Pourridiés en Hevea-culture ». Inst. Roy Col. Belg., Bull. des Séances, *27* (3); 980-986 · 1946

25. DE WILDEMAN (E.). — « Les maladies et les ennemis du palmier a huile » Matières grasses (Inst. Col. Marseille), *12* (153) : 5737-5738 : 1921.

26. GANDRUP (J.). — « Een eenvoudige methode voor het onderzoek van wortelzieke boomen ». De Bergcultures (73) : 1871 : 1929.

27. GARRETT (S. D.). — « Root disease fungi » *Chronica botanica*, Waltham, Mass., 1944.

28. HAINES (W. B.). — « The uses and control of natural undergrowth on Rubber estates » (2nd and revised Edit.). Rubber Res. Inst. Malaya, Planting Manual n° 6, December 1940.

29. HANSON (E. W.). — « Parasitism and physiologic specialization in *Fomes lignosus* ». Rés. dans Phytopathology, *28* (1) : 8 : 1938.

30. HARRAR (J. G.). — « Factors affecting the pathogenicity of *Fomes lignosus* KLOTZSCH. ». Techn. Bull. Minn. Agric. Expt. Stat., n° 123, 28 pp., 1937.

31. HENRY (J.). — « Le ravitaillement des populations de la zone forestière et la conservation du sol ». Sem. Agri. Yangambi, Comm n° 19 Public. I.N.E.A.C., Hors série : 307-308 : 1947.

32. — HOLTTUM (R. E.). — « Ann. Rept. of the Director of Gardens, Straits Settlem. for the year 1930 » (1931).

33. HUMPHREY (C. J.) et LEUS (S.). — « A partial revision of the *Ganoderma applanatum group* with particular reference to its oriental variants » Philippine Journ. of Sci., *45* (4) : 483-589 : 1931.

34. — « Studies and illustrations of the Polyporaceae. III. Supplementary notes on the *Ganoderma applanatum* group ». Philippine Journ. of Sci., *49* (2) : 159-184 : 1932.

35. — « Studies and illustrations in the Polyporaceae. II, *Fomes pachyphloeus* Patouillard and *Fomes magnosporus* Lloyd ». Philippine Journ. of Sci., *47* : 535-556 : 1932.

36. Kalis (K. P.). — « Beknopt overzicht van de Rubber- en Theecultuur in het Rayon Bandjar-Tasikmala-Garoet ». De Bergcultures, *12* (13) : 375-380 : 1938.

37. Leefmans (S.). — « Ziekten en plagen der cultuurgewassen in Ned.-Indie in 1928 ». Meded. Inst. v. Plantenziekten, n° 75, 1929.

38. — « Ziekten en plagen der cultuurgewassen in Ned.-Indie in 1929 ». Meded. Inst. v. Plantenziekten, n° 79, 1930.

39. — « Ziekten en plagen der cultuurgewassen in Ned.-Indie in 1931 ». Meded. Inst. v. Plantenziekten, n° 82, 1934.

40. Long (W. H.) — « Some microscopic characters of the rot caused by *Ganoderma Curtisii* ». Phytopathology, *20* (9) : 758 : 1930.

41 Mayne (W. W.). — « Annual report of the Coffee scientific officer », 1932-33. Mysore Coffee Expt. Stat., Bull. n° 10, 16 pp., 1933.,

42 Murray (R. K. S.). — « A note on cover crops in relation to root diseases in Rubber ». Trop. agriculturist, *71* (4) : 233-236 : 1928

43. — « Diseases of Rubber in Ceylon ». Trop agriculturist, *80* (4) . 214-217 : 1933.

44. — « Root diseases with special reference to replanting ». Quart. circ. Ceylon Rubber Res. Scheme, *15* (1) : 24-31 : 1938.

45. — Report of the Botanist and Mycologist for 1937 ». Rept. Rubber Res. Bd. Ceylon, 1937; 22-33 : 1938

46. Napper (R. P. N.). — « Observations on the root diseases of Rubber trees caused by *Fomes lignosus* Journ. Rubber Res. Inst. Malaya, *4* (1) : 5-33 · 1932.

47. — « A scheme of treatment for the control of *Fomes lignosus* in young Rubber areas » Journ Rubber Res. Inst. Malaya, *4* (1) : 34-38 : 1932.

48 Narasimhan (M. J.). -- « Report of the work done in the Mycological Section during 1932-33 » Adm Rept Agric Dept Mysore for the year 1932-33 : 53-56 : 1934.

49 Notulen Bes. Landb. Vereeniging. — « Invloed van leguminosendek, *controlled forestry* en *clean weeding* op de uitbreiding van de witte wortelschimmel ». De Bergcultures (27) : 1005 : 1937

50. Nowell (W.) — « Diseases of the crop-plants in the lesser Antilles » West India Committee. Londres, 1923.

51. Paim (B.). — « Ett konidiebiknande vilstadium hos en Fomes-Art ». Svensk bot. Tidskr., *37* (2) : 200-201 : 1943 (Rev. Appl. Myc., 22 : 405 : 1943).

52. Park (M.). -- « Report on the work of the Mycological Division » Adm. Rept. Dir. Agric. Ceylon, 1933 : pp. D28-D35 : 1937.

53. Petch (T.). — « The diseases and pests of the Rubber tree ». MacMillan, Londres, 1921.

54. — « Diseases of the Tea bush ». MacMillan, Londres, 1923.

55. -- « Fomes lignosus ». Tea Quarterly, *1* (3) . 64-65 : 1928.

56. — « Notes on root diseases ». Tea Quarterly, *1* (4) : 104-103 : 1938.

57. — « Tropical root disease fungi ». Trans. Brit. Myc. Soc., 13 : 238 : 1928.

58. Reydon (G. A.). — « Over de meest in Besoeki voorkomende wortelschimmels bij Rubber en Koffie ». De Bergcultures, *5* (33) : 892-909 : 1931.

59. Sanderson (A. R.) — « Annual Report 1929. Pathological Division ». Ann. Rept. Rubber Res. Inst. Malaya, 1929 : 58-65 : 1930.

60. Sharples (A.). — « Annual Report of the Mycologist for 1926 ». Malayan Agric. Journ., *15* (5) : 152-159 : 1927.

61. — « Annual Report Pathological Division ». Ann. Rept. Rubber Res. Inst. Malaya for 1931 : 76-87 : 1932.

62. — « Annual Report Pathological Division ». Ann. Rept. Rubber Res. Inst. Malaya for 1932 : 94-102 : 1933.

63. — « Annual Report of the Pathological Division ». Ann. Rept. Rubber Res. Inst. Malaya for 1933 : 105-120 : 1934.

64. — « Diseases and Pests of the Rubber tree ». MacMillan, Londres, 1936.

65. SHARPLES (A.) et JORGENSEN (L. P.). — « A serious stem-rot of oil palms *(Elaeis guineensis)* ». Malayan Agric. Journ., *18* (4) : 184-187 : 1930.

66. SHARPLES (A.) et SANDERSON (A. R.). — « Root disease problems on old Rubber areas in Malaya ». Rubber Res. Inst. Malaya, Bull. n° 3, 43 pp., 1931.

67 'S JACOB (S. C.) et DE FLUITER (H. J.). — « Is er een verband tusschen den toestand van de plant en de mate van virulentie van wortelschimmels? ». De Bergcultures, *12* (38) : 1290-1292 : 1938.

68. SMALL (W.). — « Further notes on *Rhizoctonia bataticola* (TAUB.) BUTLER ». Trop. agriculturist, *71* (2) : 77-80 : 1928.

69 SMITH (F. E. V.). — « Plant diseases in Jamaica in 1928 ». Rept. of the Government Microbiologist ». Ann. Rept. Dept. Agric. Jamaica for the year ended 31st December 1928 : 17-20 : 1929

70 SOESMAN (J. G.). — « Wortelschimmels en Heveaontginningen » De Bergcultures, *12* (36) : 1239-1244 : 1938.

71. STANER (P.). — « Les maladies de l'Hevea au Congo Belge ». Mem Inst. Roy. Col. Belge, Sect. Sci Nat. et Med.. 11 : 3-42 : 1941

72. STEINMAN (A.). — « Aanvullende mededeelingen over het optreden van *Ustulina* bij *Hevea brasiliensis* in Java ». Arch. v. Rubber cult. Ned.-Indie, *7* : 448-452 : 1923.

73. — « Enkele mededeelingen over twee in Java tot nu toe minder bekende wortelschimmels bij *Hevea brasiliensis* » Arch v. Rubbercult Ned-Indie : p. 138 : 1924.

74. — « De ziekten en plagen van *Hevea brasiliensis* in Nederlandsch-Indie ». Buitenzorg, 1925.

75. — « Tropische wortelschimmels » De Bergcultures : p 921 1929

76. — « Over het gebruik van chemische middelen bij bestrijding van wortelschimmels ». De Bergcultures : p 223 : 1930

77 — « Overzicht van de ziekten en plagen van groenbemesters over 1930 ». De Bergcultures, *5* (10) : 255-257 : 1931.

78. — « Verslag van de Mycoloog over 1930 ». Arch. v. Theecultuur Ned-Indie, 1931 (4) : 161-164 : 1931.

79 STEYAERT (R. L.). — « Inspection phytosanitaire du Chef de la Division de phytopathologie à la Station de Yangambi (mars à mai 1944) » Rapport de Service non publié, I.N.E.A.C., 1944.

80 — « Les maladies de l'Hevea dans l'Ubangi en 1944 ». Rapport de Service non publié, I.N.E.A.C., 1945.

81 — « Contribution à l'étude des parasites des végétaux du Congo Belge » Bull. Soc. Roy. Bot. de Belg., *80*, Sér. 2 : *30* (1-2) . 11-58 : 1948.

82 T. — « Groenbemesters en wortelschimmels bij Hevea ». De Bergcultures (23) : 614 . 1928.

83. THOMPSON (A.). — « Stem-rot of oil-palm in Malaya ». St. Settlem. and Fed Malay St Dept Agric., Bull, Sci. Ser. n° 6, 23 pp., 1931

84. — « Division of Mycology ». Ann. Rept. for 1931. Dept. Agric. Str. Settlem. and Fed. Malay St. (Technical reports for the year 1931), Bull n° 12, Gen. Ser : 48-52 : 1933

85 — « Division of Mycology ». Annual report for 1932. Dept. Agric. Straits Settlem. and Fed Malay St. (Rept. of the Res. Econ. and Agric. Educ Branches for the year 1932, Bull. n° 14, Gen Ser : 53-62 : 1933.

86. — « Observations on stem rot of the oil-palm ». Sci. Ser. Dept. Agric. Str. Settlem. and Fed. Malay St, Bull n° 21, 28 pp., 1937.

87. — « Division of Mycology ». Annual Report for 1936. Dept. Agric. Str. Settlem. and Fed. Malay St., Bull. nº 26, Gen. Ser.: 49-57 : 1937.

88. TUNSTALL (A. C.). — « Vegetable parasites of the Tea plant (Blights on the roots) ». Quarterly Journ. Indian Tea Assoc. (1) : 28-36 : 1930.

89 — « Some notes on the treatment of blights ». Quarterly Journ. Indian Tea Assoc. (4) : 191-196 : 1930.

90 VAN BAALEN (J.). — « Bestrijding van roode wortelschimmel ». De Bergcultures (20) : 540 : 1931.

91. VAN HALL (C. J. J.). — « Cacao » (2nd ed.). MacMillan, Londres, 1932.

92 VAN LEEK (R.). — « Premiers résultats de la lutte contre les Pourridiés de l'Hevea à Yangambi ». Comp. Rend. de la Semaine Agricole de Yangambi. Com. nº 50 : 681-707. Public. I.N.E.A.C., Hors série, 1947.

93. VAN OOY (C. H.). — « Bestrijding van roode wortelschimmel ». De Bergcultures (13) : 437 : 1936.

94. — VAN OVEREEM (C.). — « Over het voorkomen van *Ganoderma lucidum* (LEYSSER) KARSTEN in Rubbertuinen ». Meded. van h. Rubberproefstation « West Java » Phytopathologische serie, nº III (3). Arch v. Rubbercult. Ned-Indie, *9* (5) : 518-521 1925.

95. VAN OVEREEM (C.) et STEINMAN (A.). — « Over de roode wortelschimmel van *Hevea brasiliensis* ». Arch. v Rubbercult Ned-Indie : 453 : 1923.

96. WEIR (J. R.). — « A Pathological survey of the Para Rubber tree (*Hevea brasiliensis*) in the Amazon valley ». U. S. Dept. Agric. Dept. Bull nº 1380, May 1926

97 — « Annual Report 1928 including initial period beginning June 1927 ». « Pathological Division ». Ann Rept Rubber Res. Inst. Malaya, 1928; 61-95 : 1929

98 YAMANO (Y) — « On the morphology and physiology of *Fomes applanatum* (FR) GILL. and its allies » Sci. Repts Tôhoku Imper. Univ., Ser. IV (Biol), 6 . 199-236 1931.

99 ZBORAY (E VON) — « Over de roode wortelschimmel » De Bergcultures, *4* (29) 758-763 . 1930

100 — « Roode wortelschimmel bij jonge heveaboomen in verband met rejuvinatie of herontginning van oude aanplantingen ». De Bergcultures, *5* (2) . 34-37 : 1931

BIBLIOGRAPHIE AYANT TRAIT PLUS SPECIALEMENT à *ARMILLARIA MELLEA* (VAHL.) QUEL.

101. PLANT PATHOLOGY DEPARTMENT. — Rept. Florida Agric. Expt. Stat. 1937 (38): 109-128 : 1939

102. BARRETT (J. T). — « Armillaria root-rot of citrus trees ». Calif. Citrogr. *3* : 77-78 : 1918

103. BARSS (H. P.). — « Mushroom root rots of trees and small fruit » Oreg Agric Expt Stat. Bien Crop Pest and Hort Rept 1911-12 : 226-233 . 1913.

104 BENTON (V.) et EHRLICH (J) — « Variations in culture of several isolates of *Armillaria mellea* from Western white pine Phytopathology, *31* : 803-811 1941

105. BLISS (D. E.). — « Artificial inoculation of plants with *Armillaria mellea* ». Rés. dans Phytopathology, *31* : 859 : 1941.

106. — « The relation of soil temperature to the development of *Armillaria mellea* » Phytopathology, *36* 302-318 : 1947.

107. BIRMINGHAM (W. A). — « Root rot of fruit trees due to *Armillaria mellea* ». Agric. Gaz N. S Wales, *31* : 669-673 : 1920.

108. BOURIQUET (G.). — « Les maladies du caféier à Madagascar ». Agron. Col. *32* (193) : 1-10; (194) : 42-48; (195) : 73-82; (196) : 109-118; 1934.

109. BUNTING (R. H.). — « Appendix A : Report of the Mycological section for the year ending 31st March 1924 ». Rept. Agric. Dept. Govt. Gold Coast for the period April 1923-March 1924 : 32-33 : 1924.

110. BUTLER (E. J.). — « Fungi and diseases in plants. An introduction to the diseases of field and plantation crops, especially those of India and the East ». Calcutta and Simla, 1918.

111 — « Report on some diseases of Tea and Tobacco in Nyasaland ». Dept. of Agric. Nyasaland, 1928.

112. CAMPBELL (W. G.). — « The chemistry of white root rots of wood. II. The effect on wood substance of *Armillaria mellea* (VAHL.) FR., *Polyporus hispidus* (Bull.) FR. and *Stereum hirsutum* FR. ». Biochem. Journ., *25* (6) : 2023-2027 : 1931.

113. — « The chemistry of white rots of wood. III. The effect on wood substance of *Ganoderma applanatum* (PERS.) PAT, *Fomes fomentarius* (LINN.) FR., *Polyporus adustus* (WILLD.) FR., *Pleurotus ostreatus* (JACQ.) FR. *Armillaria mellea* (VAHL.) FR., *Trametes pini* (BROT.) FR, and *Polystictus abietinus* (DICKS.) FR. ». Biochem. Journ, *26* (6) : 1829-1838 : 1932.

114. — « Zone lines in plant tissues. II. The black lines formed by *Armillaria mellea* (VAHL.) QUEL. ». Ann. App. Biol., *21* (1) : 1-22 : 1934.

115. CARTWRIGHT (K. G.) et FINDLAY (W. P. K.). — « Studies in the physiology of wood destroying fungi ». Ann. of Bot., *48* : 481-496 : 1934.

116. CHILDS (L.) et ZELLER (S. M.). — « Observations on Armillaria root rot of orchard trees ». Phytopathology, *19* (9) : 869-873 : 1929.

117. CHRISTENSEN (C. M.). — « Root rots of pines caused by *Armillaria mellea* ». Résumé dans Phytopatology, *28* : 5 : 1938

118 CIESLAR (A.). — « Uber das auftreten des Hallimasch (*Agaricus mellcus* VAHL) in laubholzwaldungen ». Centbl Gesam. Forstw, *22* : 19-26 : 1896.

119. COOLEY (J. S.). — « Armillaria root rot of fruit trees in the Eastern United States ». Phytopathology, *33* : 812-817 : 1943.

120. DADE (H. A.). — « Collar-crack of cacao (*Armillaria mellea* (VAHL.) FR. » Dept. Agric. Gold Coast, Bull. n° 5, 1927.

121. DAY (W. R.). — « The parasitism of *Armillaria mellea* in relation to conifers ». Quart. Journ. of Forestry, *21* : 9-21 : 1927.

122. — « Environment and disease. A discussion on the parasitism of *Armillaria mellea* (VAHL.) FR. ». Forestry, *3* (2) : 94-103 : 1929.

123. DUFRENOY (J.). — « Biologie de l'*Armillaria mellea* ». Bull. Soc. Path. Vég. de France, *9* (4) : 277-280 : 1922.

124. EDGCOMBE (A. E.). — « The growth rate of several wood inhabiting fungi ». Phytopathology, *31* : 825-831 : 1941.

125. GADD (C. H.). — « The Armillaria root disease of Tea ». Tea Quarterly, *3* : 109-113 : 1930.

126. GERBER (C.). — « La présure des basidiomycètes ». Compt. Rend. Acad Sci. Paris, *149* : 944-947 : 1909.

127. GREATHOUSE (G. A.) et RIGLER (N. E.). — « The chemistry of resistance of plants to Phymatotrichum root rot. V. Influence of alkaloids on growth of fungi ». Phytopathology, *25* (6) : 475-485 : 1940.

128. HAMADA (M.). — « Physiologisch-morphologisch studien über *Armillaria mellea* (VAHL.) QUEL. mit besonderes Rucksicht auf die Oxalsaurebildung. Ein nachtrag zur Mykorrhiza von *Galeola septentrionalis* REICHB. f. ». Jap. Journ. Bot. *10* (4) : 388-463 : 1940.

129. HARTIG (R.). — « Vorlaufige mitteilungen über den parasitimus von *Agaricus melleus* und desen rhizomorphen ». Bot. Ztg., *31* : 295-297 : 1873.

130. — « Wichtige krankheiten der Waldbaüme. Beitrage zur Mykologie und Phytopathologie fur Botaniker und Forstmanner ». Berlin, 1874.

131. — « Die Ausschlagfähigkeit des Eichenstocke und deren infection durch *Agaricus melleus* ». Forstl. Naturw. Ztschr., *3* : 428-432 : 1894.

132. — « Text-book of the diseases of trees ». Trad. W. Summerville, Rev. et édit. H. M. Ward, Londres, 1894.

133. — « *Agaricus melleus*, ein echter parasit des Ahorn ». Centbl. Gesam. Fostw., *27* : 193-196 : 1901

134. HASENOHRL (R.) et ZELLNER (J.). — « Chemische beziehungen zwischen hoheren Pilzen und ihren Substraten » Monatshefte fur Chemie, *43* : 21-41 : 1922.

135. HENDRICKSON (A. H.). — « Oak fungus in orchard trees ». Calif. Agr. Expt. Stat. Circ nº 289, 13 pp., 1925.

136. HILEY (W. E.). — « The fungal diseases of the common larch ». 204 pp., Oxford, 1919

137. HEWITT (J. L.). — « A survey concerning a native pathogen, *Armillaria mellea* ». Rés. dans Phytopathology, *24* · 1142 : 1934.

138. HORNE (W. T.). — « The oak fungus disease of fruit trees ». Calif. Comm. Hort. Monthly Bull. nº 3 : 275-282 : 1914.

139. HOTSON (J. W.). — « *Armillaria mellea* in mines and wells ». Phytopathology, *18* : 948 : 1928

140. KOHNSTAMM (P.). — « Amylotische, glycosidspaltende, proteolytische und cellulose lösende Fermente in holzbewohnenden Pilze ». Bot. Centbl., Beih., *10* : 90-121 : 1901.

141 KUSANO (S.). — « *Gastrodia elata* and its association with *Armillaria mellea* ». Journ Col. Agr. Imp. Univ Tokyo, *4* : 1-66 : 1911

142 LANPHERE (W. M.). — « Enzymes of the rhizomorphs of *Armillaria mellea* ». Phytopathology, *24* : 1244-1249 · 1934

143. LAWRENCE (W. H.). — « Root diseases caused by *Armillaria mellea* in the Pudget Sound county » Wash Agric Expt Stat Bull Spec Ser. nº 3; 16 pp, 1910

144 LEACH (R). — « Report of the Mycologist for 1933 ». Ann Rept Dept of Agric. Nyasaland, 1931; 47-50 : 1932

145 — « Report of the Mycologist for 1933 » Ann Rept Dept of Agric Nyassaland, 1933; 54-55 . 1934.

146 — « Report of the Plant Pathologist ». Ann Rept Dept of Agric. Nyasaland, 1935; 26-28 : 1936.

147 — « Observations on the root parasitism and control of *Armillaria mellea* ». Proc. Roy. Soc., Ser. *B. 71* (825) · 561-573 1937.

148. MORWOOD (R. B). — « Potato diseases » Queensland Agric. Journ., *40* (5) · 382-395 : 1933.

149 MUNCH (E) — « Ueber krankhafte kernbildung » Naturw. Zyschr. Forst und Landw., *8* · 533-547, (533)-569 : 1910

150. NECHLEBA. — « Der Hallimasch studien, beobachtungen und hypothesen ». Forstw. Centbl., *59* : 384-392 : 1915.

151 — NOBLE (R. J.). — « Australia : summary of plant diseases recorded in New South Wales for the season 1932-33 » — Intern Bull. Plant Protect., *8* (1) : 3-5 : 1934.

152. PETCH (T). — « Tropical root disease fungi » Trans. Brit. Myc. Soc., *13* (3-4) : 238-253 : 1928.

153. — « Ceylon fungi : New and old ». Trans Brit. Myc. Soc. *27* (3-4) : 137 : 1944.

154. POLE-EVANS (I. B.). — « Safeguarding the soil products of the Union ». Ann. Rept. of the Div. of Plant Industry. Farming in South Africa, *8* (93) : 486-493 : 1933.

155. RAYNER (M. C.). — « Observations on *Armillaria mellea* in pure culture with certain conifers ». Forestry, *4* : 65-77 : 1930.

156. REIMER (F. C.). — « Blight resistance in pears and characteristics of Pear species and stocks ». Oregon Agric. Expt. Stat., Bull. 214, 99 pp., 1925.

157. REITSMA (J.). — « Stüdien über *Armillaria mellea* (VAHL.) QUEL. ». Phytopathologisch Ztschr., *4* (5) : 461-522 : 1932.

158. RHOADS (A. S.). — « Root-rot of the Grape-vine in Missouri caused by *Clitocybe tabescens* (SCOP.) BRES. ». Journ. Agric. Res., *30* (4) : 341-364 : 1925.

159 — « Clitocybe mushroom root-rot, a new disease of Bananas ». Rés. dans Phytopathology, *22* (1) : 23 : 1932.

160 — « Notes on Clitocybe Root-rot of Bananas and other plants in Florida ». Phytopathology, *32* : 487-496 : 1942.

161 — « A comparative study of two closely related root rot fungi, *Clitocybe tabescens* and *Armillaria mellea* ». Mycologia, *37* (6) : 741-766 : 1945.

162. SAMOFAL (S. A.). — (En russe) : « Les cryptogames parasites *Armillaria mellea* QUELET et *Polyporus annosus* FRIES dans les forêts de Pin et leur importance en sylviculture » Mater. Mikol Fitopat., *5* (2) : 93-116 : 1926.

163 SCHMITZ (H.) et ZELLER (S. M.). — « Studies on the physiology of the fungi. IX Enzyme action in *Armillaria mellea* VAHL., *Daedalea confragosa* (BOLT.) FR., *Polyporus lucidus* (LEYS) FR ». Ann. Mo Bot Gard, *6* : 193-200 : 1919.

164 SMEE (C.) — « Nyasaland Tea pests and diseases » Nyasaland Tea Assoc Quarterly Journ., *1* (2) : 1-5 : 1936.

165. SNELL (W. H.), HOWARD (N O.) et LAMB (M V). — « The relation of moisture contents of wood to its decay. II ». Science *62* . 377-379 . 1925

166 — « The relation of moisture contents of wood to its decay III » Amer. Journ. of Botany, *16* : 543-546 . 1929.

167 THAKUR (A. K) et NORRIS (R. V.) — « A biochemical study of some soil fungi with special reference to ammonia production » Journ. Indian Inst of Sci, *9A* (12) : 141-160 1928

168 THOMAS (H E.). — « Studies on the nature of host resistance to *Armillaria mellea* » Rés. dans Phytopathology, 19 . 1140 1929

169 — « Studies on *Armillaria mellea* (VAHL) QUEL » Journ. Agric Res, *48* : 187-218 : 1934.

170 THOMAS (P. H.) et RAPHAEL (T D.) — « Armillaria control in orchards » Tasm Journ. Agric. N S., *6* (1) : 1-6 : 1935.

171 TISDALE (W B.). — « Plant Pathology ». Ann Rept. Florida Agric. Expt Stat. for the fiscal year ending June 30 1933 : 110-126 : 1934

172. VAN VLOTEN (H.) — « Onderzoekingen over *Armillaria mellea* (VAHL.) QUEL. ». Fungus, Wageningen, *8* (2) : 20-23 : 1936

173. WALLACE (G. B.). — « Report of the Mycologist » Ann Rept. Dept Agric Tanganyika territory, 1932; 76-80 : 1933

174 — « Armillaria root-rot in East Africa ». E. Afric. Agric. Journ., *1* (3) : 182-192 : 1935

175 — « Notes on the susceptibility of indigenous trees to Armillaria » E. Afric. Agric. Journ., *3* : 49-51 : 1937.

176 WALPERT (F. S). — « Studies on the physiology of the fungi. XII. The growth of certain wood-destroying fungi in relation to the H-ion concentration of the media » Ann. Mo. Bot Gard *11* : 43-97 : 1924

177. ZELLER (S. M.). — « Observations on infection of apple and prune roots by *Armillaria mellea* ». Phytopathology, *16* : 479-484 : 1926.

Note sur la formation de l'humus après enfouissement de matières végétales

par

J. DUBOIS,
Chef de travaux des laboratoires de l'Agriculture aux Colonies,
Pédologue du Secteur Soudanais de Recherches Agronomiques.

Un rectangle de 3 m. sur 2 m. a été tracé sur le sol; la terre a été enlevée jusqu'à une profondeur exactement mesurée de 20 cm.; la terre enlevée a été soigneusement mise en tas.

Un rectangle de même dimension a été délimité dans un peuplement très touffu de *Pennisetum pedicellatum* Sur le rectangle, les pieds ont été coupés à ras de terre.

La quantité de matière végétale ainsi prélevée correspondait à 30 tonnes à l'hectare, à 30 % de matière sèche. Au moment de l'opération, le 28 septembre 1947, le *Pennisetum* était déjà assez lignifié, mais non encore sec.

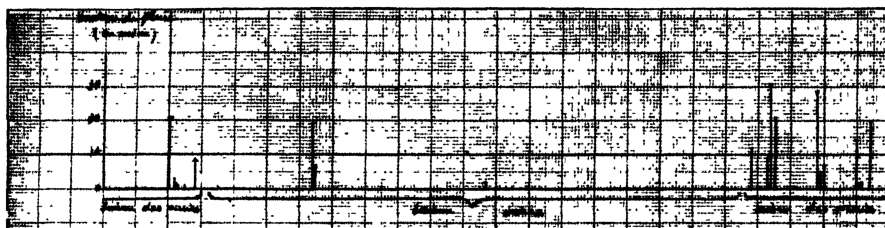
L'herbe fut divisée en six portions égales correspondant chacune à un mètre carré, délimité avec précision à l'intérieur du rectangle.

Des couches d'herbes aussi régulières que possible, en épaisseur et en composition, alternèrent avec des couches de terre. La partie supérieure de la couche végétale, placée en dernier, s'arrêtait à une profondeur de 8 à 10 cm. (il était difficile d'obtenir plus de précision). Le reste de la terre recouvrit le tout sans dépasser de beaucoup la surface, car, de par sa structure, cette terre foisonne peu.

Auparavant, des pelletées prises successivement dans chaque tas et déversées sur un autre, avaient homogénéisé la terre. Cette dernière fut, pour plus de sécurité, prise successivement dans chaque tas et répandue de façon qu'une pelletée couvre la plus grande surface possible.

La terre était très humide au moment de l'enfouissement le 28 septembre 1947, puis elle sécha un peu en surface mais pas en profondeur; la dernière pluie d'hivernage eut lieu le 8 octobre (elle fut de 8,25 mm.). La décomposition fut rapide. Au bout de quinze jours, le premier prélèvement fut fait, c'est dire que la pelle pouvait cou-

per les tiges qui avaient été dures. Des termites avaient en partie dévoré la moelle, mais n'avaient pas attaqué les parties ligneuses; les feuilles avaient à peu près disparu. Une odeur de moisissure et de pourriture se dégageait du trou.



Les prélèvements furent effectués aux dates indiquées par le tableau et le graphique en trois points pris chacun dans un carré différent; l'emplacement du prélèvement était marqué pour qu'on n'en opère pas un autre au même endroit. Un trou de 20 cm. de profondeur était creusé, dont une paroi était verticale et bien régulière; une tranche de terre d'épaisseur constante était prise avec une pelle; ce qui était à droite et à gauche, généralement moins régulier que la partie centrale, était éliminé.

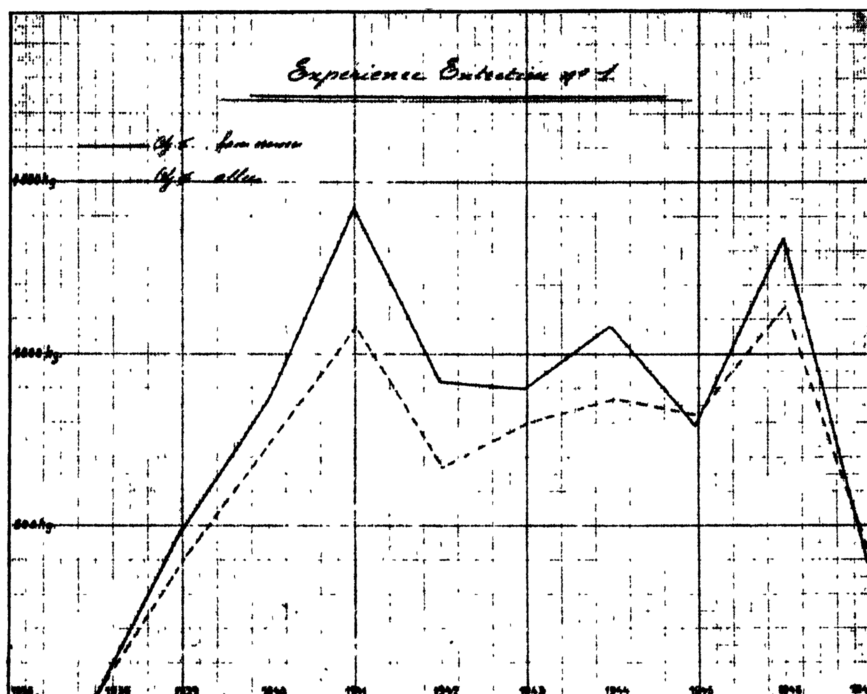
L'analyse de l'humus était effectuée par l'oxalate d'ammonium, selon R. CHAMINADE.

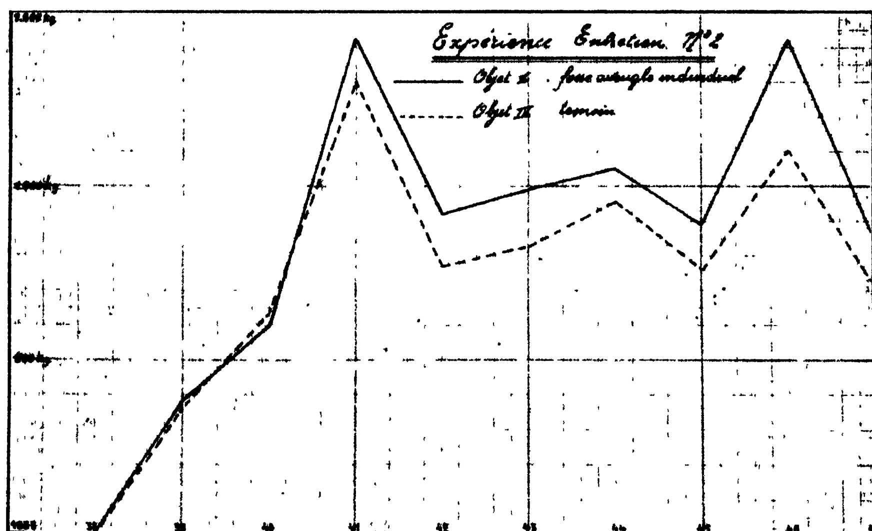
Les résultats sont consignés dans le tableau et le graphique ci-joints.

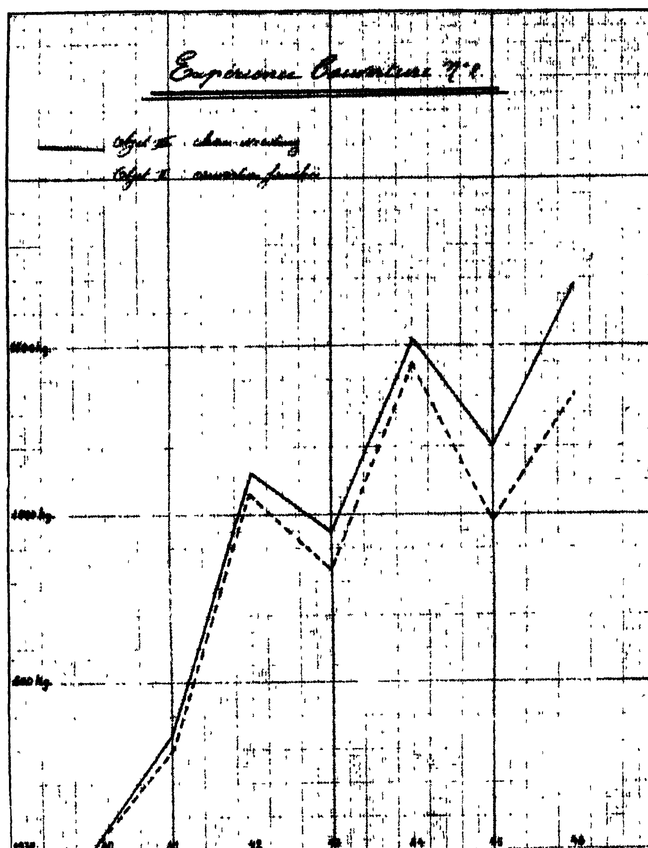
Dates des prélèvements	Humus pour 1000
Prélèvement à l'origine	0,49
11 octobre 1947 ...	0 61
12 » »	0,57
25 » »	1 10 *
1er décembre 1947	0,82
15 février 1948 . .	1,02
26 juin »	1,14
2 août » . .	1,10

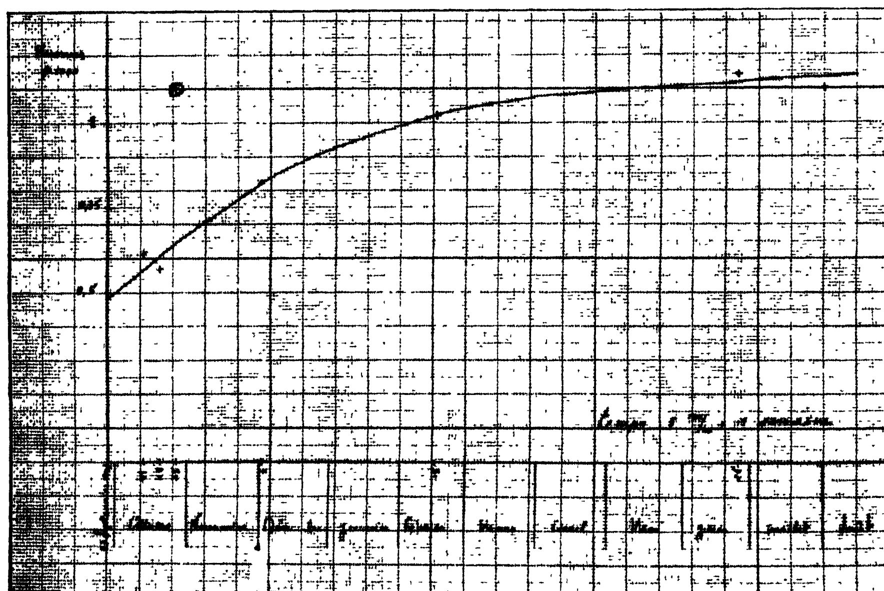
Il est remarquable que l'humification se poursuive assez avant dans la saison sèche. Il est vrai qu'une pluie importante fin novembre — fait exceptionnel — vint fortement humecter le sol et permit le prolongement de l'action des microorganismes humificateurs.

(*) Ce résultat trop visiblement aberrant pour une cause indéterminée, n'a pas été pris en considération. Le point correspondant sur le graphique a été cerclé.


Expérience Entretien N° 1


Expérience Entretien N° 2
Objet II témoin
40
41
42
43
44
45
46





3ᵉ SECTION.
GROUPE II.

COMMUNICATION N° 166.

La conservation du Sol dans les plantations industrielles de caféier Robusta de la Société Commerciale et Minière de l'Uélé

par

TH. D'OTSOLIG et O. G. NEUVILLE.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Les mesures dont nous exposons l'application à nos plantations constituent un ensemble dont il serait vain de discuter l'opportunité de chacune d'elles séparément. Elles constituent une méthode dont l'élaboration est le fruit de notre expérience qui dépasse deux décades.

Cette méthode est en application depuis 1940 dans le groupe de nos plantations du Haut-Uélé : Nao et Egbunda et depuis 1944 dans le groupe de nos plantations du Bas-Uélé : Aketi et Ekwangatana.

L'élaboration de cette méthode a été mise au point avec le concours des spécialistes de l'*Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (Inéac)*. Les observations faites sur place ont été communiquées aux Divisions de cet organisme pour être étudiées et perfectionnées.

C'est ainsi que la méthode de conservation de la fertilité de nos champs, que nous exposons dans les pages suivantes se trouve être le fruit d'une collaboration de la Comuélé et de l'Inéac.

Feu A. BEIRNAERT commence par ces mots l'introduction à ses notes intitulées : « La Technique Culturale sous l'Equateur ».

« L'appauvrissement des terres équatoriales commence à l'instant » où la hache rompt brutalement l'équilibre entre le sol et la végéta- » tion naturelle ».

Rien de plus vrai. En établissant nos champs de ROBUSTA, nous avons rompu l'*équilibre naturel*, conservateur de la fertilité; il nous a donc fallu rechercher, avant tout, le rétablissement d'un *nouvel équilibre*, entre le sol et la végétation que nous lui avons artificiellement imposée.

Nous avons eu le privilège de discuter longuement avec M. BEIRNAERT, peu avant sa mort prématurée, des graves problèmes de la conservation du rendement de nos plantations, la dernière fois après son retour des Indes, en 1941.

Nous ne sommes donc pas étonnés de constater que la méthode introduite chez nous, avant la publication posthume de ses notes, leur est conforme en tous points.

DESCRIPTION DU MILIEU

Plantation du Bas-Uélé.

Les plantations de la Comuélé se présentent en deux groupes bien distincts. Le premier et le plus ancien est établi dans la région du Bas-Uélé dont l'écologie est comparable à celle de la cuvette centrale; toutefois, le Bas-Uélé est sujet à des variations plus accentuées des saisons.

Pour donner une idée générale de leur pauvreté relative, voici le résultat des analyses des sols de la Plantation d'Ekwangatana

Champs Nos	Profondeur en cm.	Composition mécanique suivant l'échelle d'Atterberg			
		0,0 à 0.003	0,002 à 0,02	0,02 à 0,2	0,2 à 2 m/m.
70	30	24,8	2,3	5,7	67,2
	60	32,4	2,7	5,5	59,4
	90	35,1	2,5	4,8	57.6
	120	34,1	2,7	5,6	57,6
86	30	7,4	2,1	4,8	23.7
	60	25,9	1,8	4,8	67,5
	90	33,3	1,6	4,3	60,8
	120	35,6	1,2	3,7	59.5
123	30	18,1	1,8	3,9	87,5
	60	22,1	2,3	3,2	83,4
	90	22,6	2,3	3,6	80,8
	120	21,0	2,2	3,4	81,0

exécutées par M. LIEVENS, chef de la Division de Pédologie de l'INEAC, au cours de l'année 1938 :

Champs N^{os}	Profondeur en cm.	Matière organique en %	Bases échangeables en milliéquivalents pour 100 grammes de terre		Acide phosphorique en milligr. sur 100 gr. de terre (sol. d'acide citrique à 1 %)
			Y-1	Y-2	
70	30	0,30	0,4	0,4	traces
	60	0,30	0,5	0,5	traces
	90	0,30	0,5	0,6	traces
	120	—	0,6	0,6	—
86	30	0,16	0,7	0,8	traces
	60	0,16	0,8	0,8	traces
	90	0,16	1,3	1,4	traces
	120	—	1,2	1,2	—
123	30	0,43	0,5	0,6	traces
	60	0,23	0,1	0,2	traces
	90	0,20	0,1	0,2	traces
	120	—	0,3	0,4	—

En considérant comme limite 25 à 30 % d'argile plus limon, à la profondeur de 60 à 90 centimètres, les profils des champs 70 et 86 représentent les sols qui conviennent à la culture du caféier.

Le profil 123 représente les sols se trouvant à la limite de ceux qui conviennent encore aux caféiers; ces sols conviennent aux Hévéas.

Ces sols accusent le manque de matière organique en surface et en profondeur, comparativement aux bons sols de la cuvette centrale : 1,5 à 2 % en surface et 0,5 à 0,6 de matière organique en profondeur. Les sols sont plutôt pauvres en bases échangeables, mais la quantité élevée de gros sable laisse supposer des réserves libérables à échéance.

Les sols sont pauvres en acide phosphorique. L'enracinement des caféiers est fort superficiel.

M. G.-E. SLADDEN, actuellement inspecteur général de l'agriculture de la Colonie, a fait une étude approfondie de l'Ekwangatana au cours de l'année 1938 : certains champs de caféiers furent abandonnés; dans d'autres, la culture d'Hévéas fut introduite pour remplacer celle du caféier. Il en résulte une sensible amélioration du rendement *en café marchand exporté par hectare*. (Voir le tableau des rendements Ekwa, partant de l'année 1939.)

Les sols de la plantation d'Aketi, quoique aussi pauvres que ceux d'Ekwangatana, accusent une économie d'eau plus satisfaisante.

L'étendue et les cultures de ces deux plantations se présentent actuellement comme suit :

Cultures	Plantations AKETI	Plantations EKWANGATANA
Caféiers Robusta		
Mise en place 1928/1930	Néant	176 Ha
» » » 1932	—	60 »
» » » 1933	240 Ha	Néant
» » » 1934	180 »	116 Ha
» » » 1935	30 »	Néant
Hévéas greffés		
Mise en place 1939/1946	60 »	282 Ha
Hévéas semence clonale		
Mise en place	55 »	12 »
Superficie totale:	565 Ha	646 Ha

La végétation qui couvrait à l'origine le sol de ces deux plantations était composée de forêts mixtes xérophiles claires, peuplées de *Berlinia Ledermanii* et d'expansions ombrophiles le long des cours d'eau du type à *Macrolobium Dewevrei*.

La présence de *Berlinia* L. est plus fréquente à Ekwangatana qu'à Aketi.

Parmi les autres essences se rencontrent le plus fréquemment *Klainedoxa gabonensis*, *Fagara Laurentii*.

Au moment où la méthode que nous exposons a été appliquée à ces deux plantations, elles étaient peuplées de caféiers d'âge variant de 11 à 17 ans, abstraction faite évidemment des sujets de remplacement.

Comme toutes les plantations de l'Uélé, les deux nôtres ont été établies par la méthode de l'incinération totale et poussée de toute la forêt.

La mise en place fut faite, pour la plupart des champs, au plantoir Java, et parfois à racines nues. Le *Leucaena glauca* fut semé, en lignes drues, entre les rangées de caféiers, aussitôt leur mise en place achevée. Les caféiers sont plantés à 3 mètres, en carré, soit une densité de 1.100 caféiers à l'hectare, et ont été conduits en tige unique jusqu'à une hauteur définitive de 1 m. 80. Les derniers champs, mis en place en 1933, 1934 et 1935, ont été conduits en tige unique, avec étêtage à 1 m. 80, par échelons progressifs à 1 m. 20 et 1 m. 50 environ. Actuellement, depuis 1942-1943, ces arbres sont progressivement transformés en tiges multiples.

Plantation du Haut-Uélé.

Le groupe des plantations du Haut-Uélé est établi sur les terres rouges caractéristiques qui s'étendent entre les cours du Bomokandi et du Nepoko.

M. J.-M.-TH. MEESSEN nous a permis de prendre connaissance de ses notes, encore inédites, concernant la formation de ces sols.

Nous citons :

» Leur morphologie est caractéristique. Alors que dans d'autres » régions de la province granitique la roche en place se présente par- » fois sous forme de grands dômes (Gombari, route Watsa-Mong- » walu) ou que les affleurements se montrent un peu partout (vallée » du haut Nizi), ici les affleurements sont rares, le manteau paraît » être fortement décomposé. Il se présente sous forme de belles terres » rouge fraise. Notons en passant que l'humidité accentue la tonalité » dans la vigueur des tons. La décomposition du manteau primitif » paraît assez prononcée partout. On le remarque notamment à Eg- » bunda-Comuélé, dans les coupes des talus. L'examen des ter- » rains superficiels montre également une différence avec d'autres sec- » teurs de la province granitique. Les grains de silice sont en général » plus petits, en plus faible proportion, parfois ils sont très rares, et » on a alors de belles argiles.

» Il appert de la géologie des régions voisines, suivant HENRY » DE LA LINDI, que celles-ci constituent une région granitique très dis- » loquée et remplie dans ses fentes d'intrusions basiques. Ces consta- » tations sont valables pour la portion de terrain qui nous intéresse et » dont nous avons signalé les pointements de diorites et autres roches » basiques ».

Les plantations de la Nao et d'Egbunda ont été rapidement ouvertes de 1934 à 1937; chacune d'elles comporte 500 Ha. de champs ROBUSTA ·

Mise en place	Plantations de la NAO	Plantations d'EGBUNDA
En 1935	180 Ha	120 Ha
En 1936	320 »	174 »
En 1937	—	204 »
En 1946	—	2 »
Superficie totale	500 Ha	500 Ha

Lors de leur établissement, on a tenu compte de :

1) planter seulement sur les meilleurs terrains;

2) laisser en place les galeries forestières situées le long des ruisseaux, en tant que protection générale de la station.

Les futurs champs ont été délimités dans la forêt avant son abattage. La pratique des grandes trouées, s'étendant à perte de vue, à la place de la forêt originaire, a été abandonnée.

La forêt couvrant primitivement le sol de ces deux plantations comportait, en ordre principal, les essences suivantes :

	NAO	EGBUNDA
Macrolobium Dewevrei .	33,5 %	49,7 %
Berlinia Ledermanii . .	24,5 %	10,9 %
Cynometra Alexandrii . ..	5,3 %	16,4 %

L'incinération de la forêt a été totale et suivie immédiatement de la mise en place des caféiers et de semis drus de *Leucaena glauca* entre les lignes. Vu la qualité supérieure des sols, les caféiers ont été plantés en carrés de 3,30 mètres, soit une densité de 900 caféiers à l'hectare. Les champs sont aménagés en blocs de 4 hectares; toutes les délimitations non utilisées comme routes, ont été protégées par de la citronelle.

Origine du matériel planté.

L'origine de la semence employée est la suivante : les deux plantations du Bas-Uélé sont issues de graines provenant des caféiers de la Station de Lula et les remplacements ont été effectués avec du matériel constitué des lignées Bangelan : 72-01; 72-11; 124-01, en mélange.

La totalité des champs de la Nao et 228 Ha. sur les 500 d'Egbunda, ont débuté en tige unique.

Les 272 Ha. restants d'Egbunda ont été conduits en tiges multiples dès leur mise en place, en passant par le stade de trois tiges.

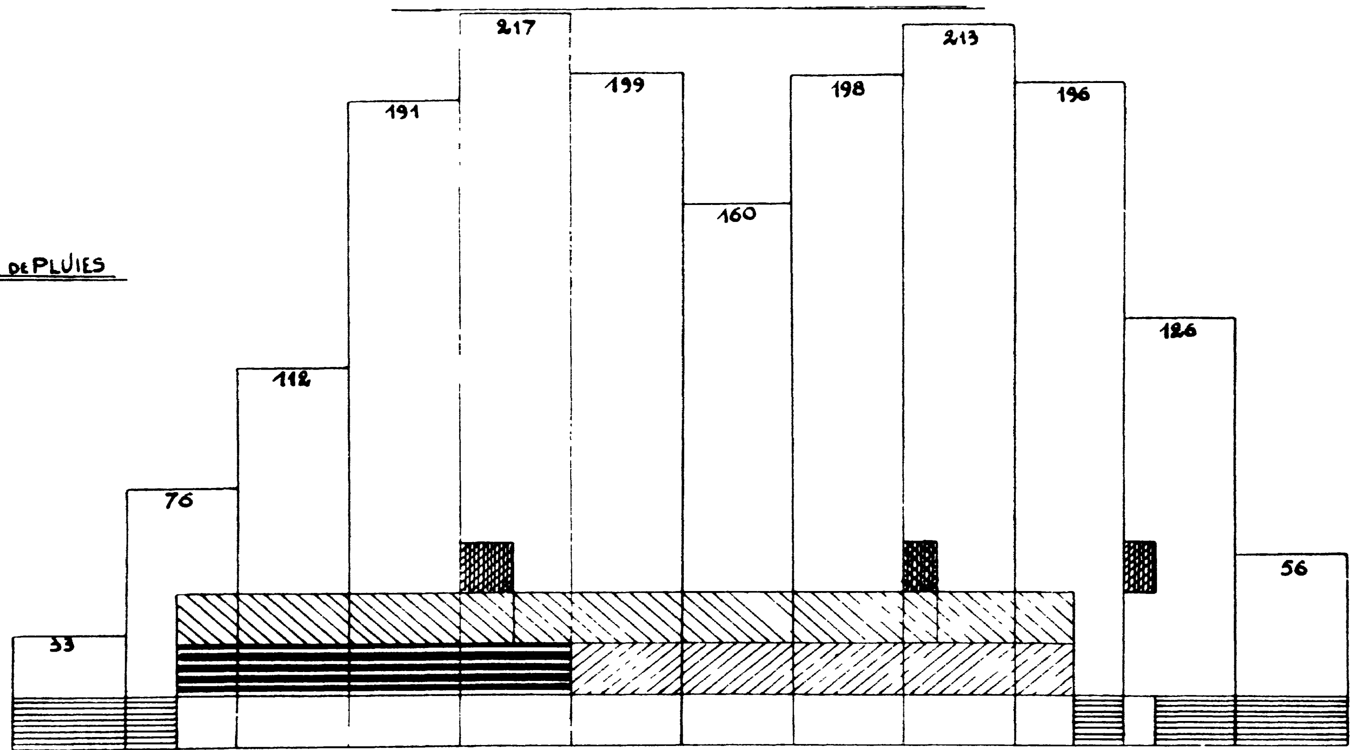
Actuellement, depuis 1942-43, tous les caféiers des deux plantations sont conduits en tiges multiples.

Les plantations du Haut-Uélé ont comme origine la semence provenant des champs « Vieux Java » de l'île Bertha et les lignées de Lula et de Bangelan.

Ces explications préliminaires nous ont paru nécessaires pour décrire l'ambiance des champs dans lesquels notre méthode est appliquée.

DESCRIPTION DE LA METHODE « COMUELE »

Les façons culturales que nous appliquons comprennent deux cycles de travaux bien distincts : le premier concerne l'entretien du sol et le second se rapporte à la conduite des arbres.


M/M DE PLUIES
33
76
112
191
217
199
160
198
213
196
126
56
MOIS: J F M A M J J A S O N D
CALENDRIER DES TRAVAUX
RECOLTE
TAILLE
HANDLINC
SELECTED
TAILLE DES HAIES ANTIEROSIVES
ECLAIRCIE

ENTRETIEN DU SOL.

La conservation du sol est obtenue en favorisant le développement d'un couvert semi-forestier dans lequel le caféier lui-même joue un rôle très important.

La strate supérieure de cette protection est constituée par les arbres dits « d'ombrage ». Puis vient la strate des caféiers, dont la formation multicaule contribue elle aussi à la protection du sol. Enfin, vient la strate inférieure, constituée des haies anti-érosives et de la flore adventice sélectionnée.

M. F. JURION, directeur général de l'INEAC, estime que le « *climat confiné* », selon sa propre expression, est la condition principale pour la réussite du caféier robusta.

Le « climat confiné » est obtenu par une association végétale étagée en hauteur dans sa partie aérienne, et dans son exploitation des couches du sol. La protection latérale (coupe-vent) est nécessaire, par endroits, de façon à donner aux facteurs météorologiques, notamment température de l'air au niveau du caféier, une *constance* qui n'existe pas dans l'atmosphère libre.

Ainsi le « climat confiné » réalise une similitude avec le milieu naturel du caféier robusta.

L'abaissement de la température de la surface du sol active la production et la conservation de l'humus.

La présence de la strate supérieure arbustive amène à la surface les matières organiques fertilisantes et permet l'établissement de la flore adventice compatible avec les caféiers; d'où viendra une grande facilité de l'entretien de l'ensemble.

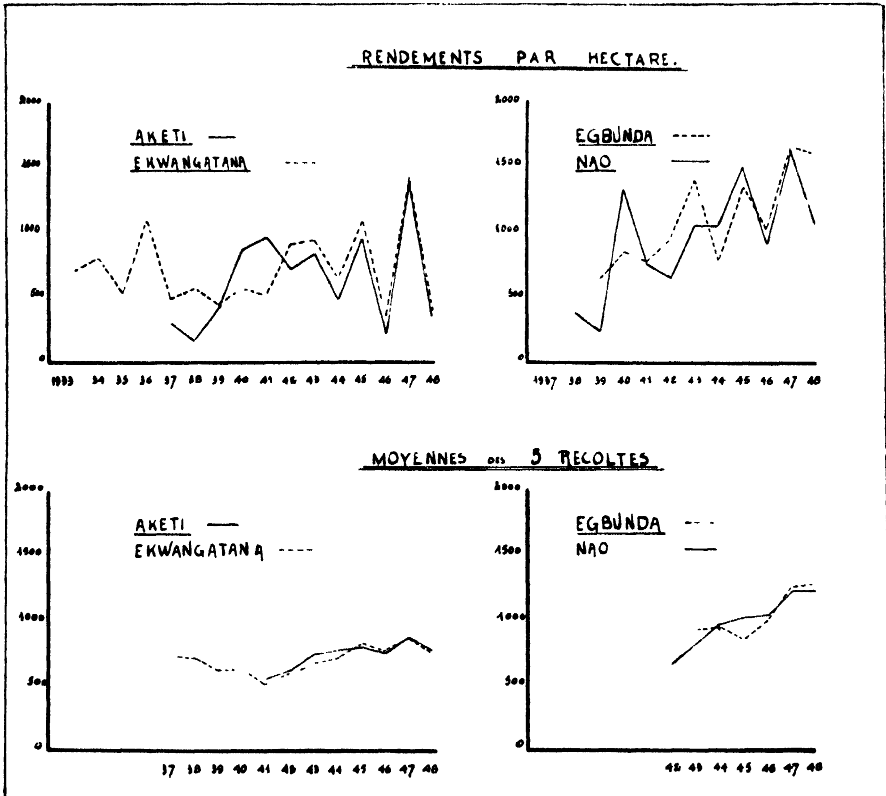
« Le climat est, en effet, le complexe causal dont l'évolution com» mande celle des complexes résultant du sol et de la végétation. Cette » dépendance des propriétés physiques, chimiques et biologiques du » sol aux éléments climatiques est particulièrement nette en région » tropicale. » (E. BERNARD, chef de la Division de Climatologie de l'INEAC : Note concernant la recherche rationnelle d'indices écoclimatiques de productivité.)

La pratique ne confirme pas toujours immédiatement les avantages du climat confiné. Il est certain que les plantes d'association, qui contribuent à l'enrichissement du sol et donnent d'autres avantages dont profite le caféier, sont en même temps, jusqu'à un certain degré, en compétition avec le caféier pour les réserves de sels biogènes, d'azote, d'humidité, de lumière. Quand on détruit le climat confiné par l'abatage des arbres d'ombrage, on assiste, *pendant quelque temps*, à un développement non entravé des caféiers dans un milieu qui mobilise d'une façon intensive ses réserves accumulées du temps du climat confiné. C'est ainsi que beaucoup de planteurs

commettent l'erreur de croire que l'ombrage fait plus de tort que de bien.

Le résultat expérimental d'un climat confiné ne peut être mesuré que par l'observation, pendant de très nombreuses années, des plantations où il a été *systématiquement pratiqué*.

Les moyennes de rendement à l'hectare s'améliorant d'année en année, constituent la preuve de l'efficacité de cette méthode.



Les travaux d'entretien du sol sont conduits par des équipes spécialisées dans l'exécution des divers travaux, dont nous donnons la description ci-après :

1° LA CONDUITE ET LE REMPLACEMENT DES ARBRES DE PROTECTION.

Au départ, les plantations sous revue ont été ombragées par le *Leucaena glauca*. Actuellement, le *Leucaena* ne se maintient bien que par endroits, et nous avons recours à l'implantation massive d'autres espèces. Dans les plantations du Bas-Uélé, ce sont : l'*Hevea*,

l'*Albizzia stipulata* et l'*Albizzia moluccana*. Dans les plantations du Haut-Uélé, l'*Albizzia Lebbeck*, l'*Albizzia gummifera* et l'*Albizzia Brownii*. En outre, nous laissons venir les *Albizzia* spontanés de l'endroit dans les champs de toutes nos plantations. Ainsi, la strate supérieure est constituée, en réalité, par un *mélange d'arbres compatibles avec le caféier robusta*.

Il est probable que nous ajouterons encore d'autres espèces, telles que *Albizzia procera*, *Phyllantus*, etc.

Dès à présent, nous préconisons un mélange de différentes espèces comme étant plus compatible avec le fait de l'hétérogénéité de nos sols.

L'implantation des arbres précités se fait en gros stumps.

2° LA CONDUITE DES HAIES ANTI-EROSIVES.

Le sol, assez compact, du Haut-Uélé souffre facilement de l'érosion latérale; le sol sablonneux du Bas-Uélé souffre surtout de l'érosion verticale. La haie anti-érosive trouve son utilité dans les deux cas. Ainsi, si la haie disparaît par endroits, elle est reconstituée par des semis soit de *Leucaena*, soit d'*Indigofera*, ou par l'implantation de la citronnelle. La taille de la haie se fait normalement deux fois l'an : en mai et en novembre (voir le tableau du calendrier des travaux).

Le produit lignifié de la coupe est disposé perpendiculairement aux haies anti-érosives, en paillis, entre deux caféiers. Ce même paillis est renforcé par les produits de taille des arbres d'ombrage et des caféiers.

L'assiette de chaque caféier est maintenue propre durant toute l'année, afin de faciliter le contrôle de l'arbre et surtout d'assurer le ramassage des baies.

Ce dernier facteur nous semble être le plus important dans la lutte contre le *Stephanoderes Hampei*.

Par endroits, moins couverts, nous introduisons entre les haies anti-érosives la patate douce à larges feuilles, et dans les plantations du Bas, le *Synedrella* et le pourpier.

3° SELECTED WEEDING.

L'entretien de la flore adventice se fait uniquement à la machette. L'emploi de la houe est définitivement proscrit dans nos champs. Les graminées sont coupées au collet, les herbes veloutées à propager, simplement rabattues. Après quelques années d'application, cette méthode aboutit au contrôle quasi absolu des graminées.

Presque chaque caféier se trouve sur une terrasse individuelle, encadré par deux haies anti-érosives et des deux tas de compost qui se forment petit à petit à la place où l'on dispose la couche des débris végétaux.

Main-d'œuvre nécessaire.

Cent travailleurs suffisent pour entretenir ainsi une plantation de 500 hectares.

Il faut noter qu'à chaque passage de ces équipes, les travailleurs, en nettoyant l'assiette des caféiers, ramassent les baies tombées sur le sol.

Voici les chiffres d'Egbunda pour l'année 1947 : l'entretien du sol a coûté 42,9 journées de travail par hectare.

ENTRETIEN DES ARBRES.

La taille conditionne le succès de la culture. La taille multicaule *semble s'imposer dans nos conditions plus particulièrement au point de vue de la conservation du sol.* C'est ce que nous lisons dans les conclusions générales des travaux de la section des Grandes Cultures Industrielles de la Semaine Agricole de Yangambi.

Proposé par M. OTSOLIG, cet avis concernant la taille du caféier Robusta a été adopté à l'unanimité.

Les travaux de l'entretien de l'arbre comprennent :

1° LA TAILLE PROPREMENT DITE DE SAISON.

Ce travail principal de l'année dans une caféière est exécuté par des équipes hautement spécialisées et est conduit par un moniteur indigène.

Ce dernier a aussi dans ses attributions l'établissement des pépinières et le remplacement des caféiers manquants ou défectueux.

Le peu d'étendue et le but de cette note excluent la description de la taille proprement dite.

Nous dirons seulement que dans les plantations sous revue, la taille de saison est sévère, d'autant plus que la production a été abondante et qu'elle vise surtout la suppression de tout gaspillage inutile de la sève.

La taille de saison débute vers la fin de la récolte (voir calendrier des travaux) et s'achève endéans trois, maximum quatre mois.

2° « HANDLING ».

Cette taille est suivie de « Handling », travail visant la suppression des jeunes et séveux gourmands et ramuscules.

L'égourmandage brutal est exclu de notre cycle.

3° DIVERS.

Comme il est dit plus haut, ces mêmes équipes effectuent les remplacements et, en outre, le contrôle des fourmis et du Borer.

Les équipes de la taille sont particulièrement responsables du *Stephanoderes Hampei :* toutes les baies qui mûrissent entre les deux récoltes, sont enlevées, et toutes les baies tombées, ramassées.

Dans ces baies, ainsi prérécoltées, on prélève, journellement, au hasard, 200 cerises, pour établir le pourcentage de baies piquées. Les fluctuations constatées permettent parfois de déceler les foyers d'attaque du Scolyte. Normalement, ce pourcentage doit baisser progressivement de février à octobre, c'est-à-dire pendant les huit mois de non-récolte.

Main-d'œuvre nécessaire.

Les travaux de l'entretien des caféiers demandent, pour 500 hectares, une équipe de 90 à 100 travailleurs.

Au courant de l'année 1947, pour donner de nouveau un exemple, ce travail a coûté, à Egbunda, 34,4 journées de travail par hectare.

Le calendrier des travaux.

Il est fort important d'entreprendre l'exécution de ces différents travaux en saison voulue.

Effectivement, la pratique de nos plantations nous démontre que la question de la conservation de l'eau joue un rôle primordial dans la région qui nous occupe.

Le moment crucial pour la réussite de la récolte se place vers la fin de la saison sèche. La reprise tardive des pluies ou leur insuffisance, provoque le shedding des fruits. Nous avons remarqué que les floraisons qui se situent chez nous à la Noël, sont toujours suffisamment abondantes et bien nouées.

Ce manque d'eau, au moment où la glomérule naissante en a le plus besoin, fait que la floraison nouée ne tient pas; d'où une récolte ratée.

Ce manque d'eau peut être atténué par l'emmagasinage judicieux des dernières grosses pluies de l'année précédente. C'est là

qu'interviennent les amas de compost agissant de concert avec les haies antiérosives pour arrêter toute érosion et les pertes d'eau par ruissellement. Le champ agit en son ensemble, comme une éponge.

Le rabattage des haies et de la végétation adventice avant la saison sèche, diminue l'évaporation, de même que le handling sévère des caféiers.

L'éclaircie des arbres de la strate supérieure se situe vers le mois de septembre, pour assurer la luminosité suffisante au moment de la différenciation des bourgeons floraux, et aussi pour réduire l'évaporation excessive durant la saison sèche.

L'application de ce calendrier des travaux et des façons culturales que nous venons d'exposer nous a procuré durant ces dernières années une notable économie de main-d'œuvre

Nonobstant l'augmentation des équipes de taille, de 60 à 100 unités, l'ensemble de la main-d'œuvre employée dans les champs a diminué de 300 à 200 unités, soit un gain d'environ 30 %.

Ce gain appréciable nous a permis d'entreprendre le travail de la fabrication massive de compost, sans augmenter notre effectif initial — 300 travailleurs agricoles pour 500 hectares de caféières. Ce chiffre ne comprend évidemment pas la main-d'œuvre de l'usinage et les divers.

RENDEMENTS OBTENUS

Dans la note concernant les « Méthodes culturales propres à assurer la protection du sol dans les caféières », présentée à la semaine agricole de Yangambi, par † J. H. POSKIN et F. THIRION, chefs de la division du Caféier et du Cacaoyer de l'INEAC, nous lisons dans les conclusions : « L'application de la méthode d'entretien rationnelle en caféiculture est d'une importance capitale, ainsi que l'expérience l'a démontré ces dernières années à Yangambi. Il n'est toutefois pas possible d'apprécier à sa juste valeur une méthode donnée, au cours des premières années qui suivent son application, en se basant uniquement sur les chiffres de production de la période correspondante ».

Les graphiques de rendements obtenus par hectare pour les quatre plantations que nous présentons, renseignent :

I. — **Les rendements par Ha et par année pour chacune des plantations.**

Les courbes de plantations du même groupe sont données sur le même graphique.

La distribution des chutes de pluie durant l'année influe fortement sur les rendements. Les années 1942, 1943 et 1947 ont accusé des périodes de sécheresse anormale au début ou vers la fin de l'année; pourtant la quantité totale des pluies, par an, reste largement suffisante. La moyenne de douze années représente pour le Bas-Uélé 1.652 mm. et pour le Haut-Uélé 1.785 mm. de pluies par an.

II. — **Les rendements moyens calculés sur cinq récoltes.**

Cette façon de présenter le rendement d'une plantation exclut les fluctuations annuelles dues au hasard des chutes d'eau, et permet de juger plus facilement de l'allure générale de la production de la plantation donnée.

La production d'Aketi et d'Ekwangatana représente une moyenne de 800 kg. de *café marchand exporté par hectare* avec une tendance à l'augmentation de ce rendement.

La production de la Nao et d'Egbunda dépasse 1.200 kg. de *café marchand exporté par hectare*, avec promesse d'augmenter encore cette moyenne dans les années à venir.

Les chiffres du rendement obtenu dans les plantations du Bas-Uélé ne sont pas encore significatifs pour juger du résultat de la méthode d'entretien que nous appliquons; il faut visiter ces plantations pour s'en convaincre

Par contre, les chiffres et l'allure des rendements de la Nao et d'Egbunda démontrent suffisamment l'efficacité de la méthode exposée.

L'hydraulique agricole et la conservation des Sols

par

F. CIOLINA.
Ingénieur agronome,
Ingénieur principal des Services d'Agriculture
de Madagascar.

A Madagascar, l'hydraulique agricole a joué depuis très longtemps un rôle essentiel non seulement dans le développement de la production agricole, mais aussi et surtout dans la vie de la population : en effet, le riz est à la base de la nourriture des habitants de l'île et sa culture est conditionnée par un apport régulier d'eau, afin de compenser dans la mesure du possible les irrégularités des pluies et de faciliter la végétation au cours de la saison sèche.

Avec plus de méthode et des moyens plus modernes, sur des études faites rationnellement, le nombre des réseaux hydrauliques a été sans cesse augmenté et permet progressivement de réduire les aléas de la riziculture, trop souvent soumise soit aux inondations, soit à la sécheresse. Près de la moitié des surfaces cultivées comprennent du riz et, de ce fait, le Malgache s'est toujours intéressé à l'irrigation de ses terres : plus de 15 % des surfaces cultivées en riz, soit 90.000 hectares sur 580.000 hectares, sont arrosés rationnellement.

Depuis plus de quarante ans, chaque année, de nouveaux canaux, des prises, des barrages sont réalisés avec l'aide de l'Administration. Par suite de la dispersion des populations et de l'éparpillement des centres de culture sur les zones les plus favorables, ce sont surtout des aménagements réduits, intéressant de 25 à plusieurs milliers d'hectares, qui ont été recherchés et qui ont donné les meilleurs résultats, notamment les périmètres de 100 à 500 hectares.

Si primitivement les efforts ont surtout porté sur l'aménagement de canaux dans la région des Hauts-Plateaux à densité de population plus élevée, une extension importante a été réalisée au cours des dernières décades dans les zones côtières. La création des réseaux hydrauliques sur la côte Est (environ sur 10 % des rizières en culture) est limitée du fait de la facilité que rencontre le cultivateur pour planter son riz avec des pluies abondantes bien réparties durant

l'année et la possibilité d'avoir recours à des terrains humifères disponibles sur brûlis de la forêt. Constamment, des mesures sévères ont été édictées afin de limiter cette pratique qui dévaste les forêts et développe l'érosion, mais on se heurte à des coutumes ancestrales qui portent l'habitant vers la facilité où il n'est guère besoin de labourer, de creuser des canaux, d'endiguer les rivières.

Il faut ajouter que les bordures alluvionnaires des rivières côtières sont cultivées en caféiers et autres cultures plus riches; aussi la rizière a été transférée vers les collines à sols pauvres et vers les marécages qu'il est nécessaire de drainer. Déjà plusieurs milliers d'hectares ont ainsi été aménagés et devraient permettre d'obtenir des récoltes plus élevées; cependant, encore là, les périmètres réduits sont mieux utilisés et plus facilement aménagés par irrigation.

Sur les vastes zones drainées (cas des marais d'Ambila à Manakara), le problème de l'irrigation n'a pas encore été résolu entièrement (difficulté d'asseoir un barrage et gêne pour arroser les terrains par barrages fractionnés sur les drains). Cette plaine de 3.000 hectares est loin d'être mise en valeur rationnellement; par contre, des poches de quelques centaines d'hectares ont donné d'excellents résultats et trouvent, aux abords immédiats, des agriculteurs pour leur mise en valeur, alors que l'aménagement de vastes surfaces entraînerait des déplacements de populations difficilement réalisables.

Une politique analogue a été suivie sur la côte occidentale, où 25.000 hectares au moins sont rationnellement irrigués par 35 réseaux différents totalisant 420 kilomètres de canaux, la plupart des aménagements variant de 300 à 600 hectares (sauf ceux de Marovoay, qui dépassent plusieurs milliers d'hectares, et quelques-uns de 1 000 hectares ou un peu plus : Dabara-Mahabo, Fiherenana...).

Dans ces régions, la présence d'aménagements hydrauliques régularise le débit des rivières, fixe les berges grâce à divers travaux comme construction d'épis, utilise au mieux les alluvions apportées des bassins versants, amène leurs dépôts sur les terres qui sans cela seraient épuisées depuis longtemps, facilite deux cultures de riz dans l'année sans apport d'engrais (2.500 à 3.000 kilos de paddy récoltés en deux fois). La création de canaux bien tracés et de prises bien étudiées évite la divagation des cours d'eau dans une large mesure et empêche le passage des crues dans des canaux d'irrigation par trop rustiques entraînant l'arrachement et la disparition des rives.

Seule l'absence de populations dans les zones intermédiaires ne permet guère de multiplier ces travaux dans les régions où les érosions sont les plus importantes. Dans la mesure du possible, ces travaux, effectués en accord avec le Service des Eaux et Forêts, ne sont pas réalisés sur des zones boisées et, au contraire, complètent le rôle régulateur des massifs ou îlots boisés.

Chaque année, de nouveaux réseaux permettent d'accroître de quelques milliers d'hectares les surfaces irriguées. Grâce au Plan d'équipement économique, à réaliser entre 1947 et 1957, il sera possible de disposer de moyens financiers plus importants et surtout d'acquérir des machines modernes susceptibles d'intensifier les terrassements et d'augmenter le volume de maçonnerie réalisé actuellement de façon souvent rudimentaire.

Déjà des draglines ont été livrées, d'autres seront encore commandées; les instruments de transport seront multipliés et il sera possible de concentrer les efforts sur quelques réalisations qui pourront être menées à bonne fin, parfois en quelques mois. Parallèlement, le maintien des cours d'eau dans un lit régularisé sera facilité et l'on peut espérer que d'ici deux ans, lorsque de nombreuses études seront prêtes, on pourra irriguer, après ou sans drainage, chaque année 20 à 25.000 hectares nouveaux (au lieu de 5.000 environ jusqu'ici).

Le programme décennal doit s'étendre à 280.000 hectares, nécessitant une dépense de 1.800 millions de francs CFA (1) (estimation de 1946), soit 10 % de l'ensemble du budget du Plan d'équipement. Pour l'exercice en cours, environ 60 millions seront consacrés à des études ou à la réalisation de petits aménagements, et d'importantes sommes seront investies pour acquérir du matériel de chantier. Parallèlement, les budgets provinciaux, avec leurs moyens propres, contribuent largement à l'aménagement de périmètres réduits multipliés dans les divers districts, à l'entretien des réseaux existants et surtout à leur amélioration.

Ainsi, progressivement, la culture semi-intensive se substitue à la culture extensive et non seulement permet d'accroître les rendements et la production, en général, en améliorant l'alimentation des populations, grâce à des travaux hydrauliques et à l'intervention de la motoculture, mais encore les érosions sont progressivement réduites; en outre, les populations deviendront sédentaires et réduiront les destructions de forêts et couverts trop souvent anéantis par la création de cultures sur brûlis. Il importe donc que l'effort commencé dans ce sens se poursuive et soit accru sans cesse avec une participation de plus en plus grande des habitants à des travaux dont ils comprendront, souvent indirectement, l'importance pour le développement de leurs cultures et, en même temps, pour la sauvegarde de leur patrimoine : la terre malgache.

(1) Francs des Colonies françaises de l'Afrique Noire.

Du mode de lotissement dans le paysannat indigène

par

J. HENRY,
Ingénieur Agronome,
Chef de la Section des Recherches Agronomiques de l'I.N.E.A.C.

et

J. MULLER,
Ingénieur Agronome,
Chef de la Division des Plantes Vivrières de l'I.N.E.A.C.

Dans les régions à faible densité de population, telles que les régions forestières, l'évolution de la technique culturale chez l'indigène ne peut se faire qu'en groupant les cultivateurs en des endroits déterminés, en l'occurrence les plus favorables, de façon à assurer, en un minimum de temps, un contrôle et une direction efficaces.

Ce groupement peut se faire suivant deux formules sociales bien distinctes, l'une basée sur l'organisation coutumière de l'indigène dans laquelle la terre n'appartient qu'à la communauté représentée par le chef; l'autre basée sur notre conception occidentale de la propriété individuelle de la terre.

Bien que la propriété individuelle puisse être considérée comme la formule idéale d'évolution sociale, l'état de nos connaissances actuelles des facteurs de production et du maintien de la fertilité de nos terres nous oblige à avoir recours à un système plus souple et capable, à tout moment, de faire face à des imprévus techniques.

La mise en culture simultanée de parcelles individuelles groupées suivant un ordre déterminé — système des couloirs — est la méthode la plus apte à obvier aux inconvénients signalés plus haut.

Le but de la présente note est de montrer les avantages du non-lotissement des couloirs sur le lotissement individuel.

Avant de passer ces avantages en revue, il n'est pas sans intérêt de rappeler les quelques principes fondamentaux qui justifient notre intervention dans l'agriculture indigène et qui, partant, doivent être à la base des essais de paysannat.

1° Pour parer à la menace de dégradation, unanimement reconnue par les techniciens agricoles, et qui pèse sur les sols de la zone équatoriale forestière, nous devons arriver à une réglementation aisée et effective de la jachère.

2° Que ce soit pour une production accrue ou à production égale, nous devons tendre à augmenter la rentabilité des efforts de l'agriculteur. C'est la femme indigène qui bénéficiera en premier lieu de cette amélioration. C'est la seule méthode susceptible d'assurer la différenciation sociale des milieux ruraux sans abaisser la production agricole d'une région. Les voies de cette évolution sont l'amélioration des méthodes culturales, la sélection et la mécanisation aussi poussées que possible des travaux agricoles. Les systèmes de paysannat indigène à généraliser ne doivent pas poser d'obstacles à ces buts.

3° Nous devons, en outre, préconiser un système suffisamment souple pour permettre une adaptation facile aux changements qui ne manqueront pas de surgir dans l'économie agricole; par exemple, changements de spéculations, exigés par les marchés intérieur ou extérieur.

Ceci étant posé, nous énumérerons les raisons pour lesquelles il nous semble indiqué de ne pas recourir au lotissement individuel.

Nous justifierons ensuite par quelques exemples typiques les inconvénients que nous signalons.

Ces défauts peuvent se résumer comme suit :

1° Dans le système en couloirs, l'aménagement d'une réserve en lots individuels serait plus dispendieux que le maintien de l'exploitation communale des terres.

2° Le fait que les couloirs doivent être orientés dans le sens E.-W. et que les lotissements seraient exécutés dans la direction N.-S., entraînerait la conséquence que le bloc aménagé pour les cultures annuelles ne pourrait avoir que les formes du carré, du rectangle ou du parallélogramme Cette rigidité géométrique amènerait, dans beaucoup de cas, les conséquences suivantes :

a) une mauvaise utilisation des réserves;

b) une injustice dans la répartition des terres, en ce sens que certains agriculteurs auraient en partage, et pour toute la vie, de mauvaises terres; tandis que d'autres auraient des parcelles de grande fertilité,

c) des frais immédiats de prospection beaucoup plus coûteux.

3° En recourant au lotissement individuel, nous ne tiendrons pas compte de variations, dans le temps, de la capacité ou de l'efficacité du travail d'une famille ou d'un individu.

Chaque agriculteur se trouverait bloqué dans ses extensions par les champs des voisins. La différenciation sociale qui naît et évolue au sein de toute communauté, les changements d'orientation qui, à l'avenir, ne manqueront pas de surgir dans la spéculation agricole créeront des exigences différentes d'ouvertures annuelles individuelles.

Cette différenciation aurait pour conséquence que, dans un couloir, certaines parcelles ou parties de parcelles ne seraient pas mises sous culture, ce qui entraînerait :

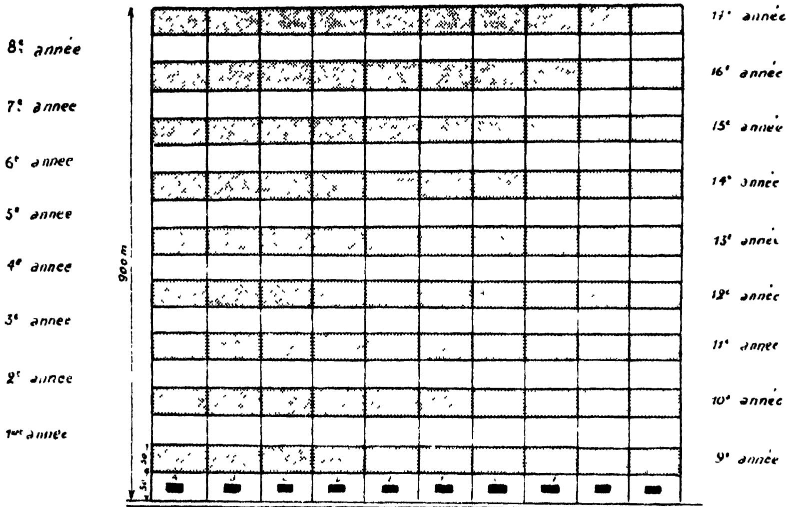
a) un contrôle difficile, si ce n'est impossible, de la jachère;

b) les ouvertures annuelles seraient interrompues par des bouchons de jachère ou de forêt qui ombrageraient les cultures et, surtout, seraient un frein à la mécanisation; le travail des machines ou des équipes mécanisées sera d'autant plus efficace et d'autant plus payant qu'elles pourront traiter des blocs importants d'un seul tenant, sans obstacles, ni solutions de continuité.

Nous espérons que les exemples suivants feront mieux comprendre les avantages du non lotissement des couloirs.

_ Schéma n°1 _

Système du lotissement individuel



I. — DIFFERENCE DES COUTS D'INSTALLATION ET D'OUVERTURE

Nous renvoyons aux schémas 1 et 2.

Le schéma 1 représente un cas idéal de lotissement individuel.

Le schéma 2 représente l'aménagement de la réserve d'un clan tel que nous le pratiquons actuellement.

En cas de lotissement individuel, il faudrait dès la première année piqueter les axes N.-S. qui séparent les parcelles de culture et les sentiers qui délimitent les parcelles résidentielles. De plus, il faudrait piqueter les deux premiers axes E.-W. qui délimitent le couloir de la première année.

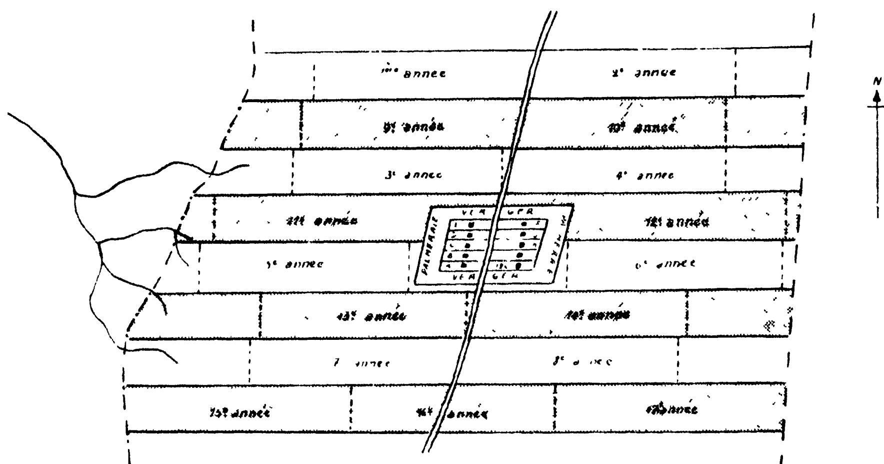
Dans le système que nous préconisons, il suffit de délimiter les parcelles résidentielles et de délimiter par deux axes le couloir de la première année (1).

Système du lotissement individuel.

1) piquetage des axes de lotissement N.-S. 11 × 900 m. 9.900 m.
2) piquetage des axes E.-W. qui délimitent les parcelles résidentielles 2 × 10 × 100 .... 2.000 m.
3) piquetage de délimitation du premier couloir de culture 1.000 .... 1.000 m.

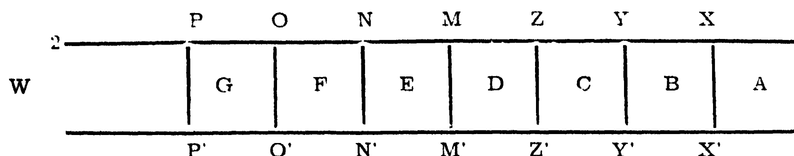
12.900 m.

_ Schéma n° 2 _
Aménagement d'une Barza
Système Turumbu



(1) La longueur de parcelle a attribuer, chaque année, à chaque agriculteur, est chainée directement dans les deux percées E.-W qui limitent le couloir. De cette façon la délimitation des parcelles individuelles dans le sens N.-S n'entraine dans notre système aucune dépense supplémentaire.

Ex.: pour piqueter le couloir ci-dessous, le moniteur tracera les axes 1, 2 et 3, 4 et déterminera le long de ces axes les points X, Y, Z, etc., et X', Y', Z', M', N', etc



Les agriculteurs A, B, C et D relieront eux-mêmes, les points X X', Y Y', Z Z' qui sont les extrémités des limites de leurs parcelles individuelles annuelles. De cette façon, cette répartition annuelle des terres ne demande pratiquement pas de temps

Système communal.

1) délimitation du premier couloir de culture : ouverture individuelle maxima 50 ares (2 × 500 m.)	i.000 m
2) délimitation de 10 parcelles résidentielles de 6 × 200 + 3 × 100 (suivant schéma)	1.500 m.
	2.500 m.

Il faut ajouter qu'en cas de lotissement individuel, il faudrait entretenir indéfiniment les sentiers de séparation des lopins de terre et quand les couloirs sous cultures seraient ceux citués près des habitations, il faudrait entretenir inutilement les sentiers qui recouperaient les couloirs et les bandes forestières plus éloignées. L'entretien continu de ces sentiers coûterait par an ± 10 H/J.

Par ailleurs, tenant compte que le piquetage des ouvertures annuelles entraînerait les mêmes frais dans les deux systèmes, nous pouvons dire qu'en seize ans, pour dix agriculteurs, le lotissement individuel exigerait rien que pour la création et l'entretien des limites des lopins de terre un supplément de :

a) premier piquetage et coupe	105 H/J.
b) entretien pendant seize ans	160 H/J.
	265 H/J.

II. — CONSEQUENCES DE LA RIGIDITE GEOMETRIQUE DECOULANT DU LOTISSEMENT DES COULOIRS

a) **Mauvaise utilisation des réserves de terre.**

Pour démontrer ce dernier point, nous avons dessiné trois schémas numérotés 3, 4 et 5. Nous y avons figuré des marais, des rivières et plusieurs chemins de grande communication tels que l'on peut en rencontrer aisément en pratique.

On peut se rendre compte de la différence de souplesse des deux méthodes en comparant l'aménagement de la réserve suivant la formule communale et les difficultés qu'il y aurait d'y placer un lotissement de dix agriculteurs.

On voit aisément que dans le dernier cas, ou bien le terrain est inutilisable ou bien l'on arrive aux injustices et impossibilités suivantes : dans le schéma III pendant les 4e, 5e, 6e, 7e et 8e années, les agriculteurs B, C, D n'ont pas de champ de culture. Il en est de même pour les agriculteurs G, H, I, J pendant les années 1-2 et 3. Dans le schéma 4, pendant les années 5, 6, 7, 14 et 15, les agriculteurs A, B, C, D et E tombent dans un thalweg de rivière. Au schéma 5, tous les

agriculteurs ont pendant une ou plusieurs années leurs champs traversés par une rivière ou sont à cheval sur le carrefour.

Et, pendant ce temps, il y aura des terres, peut-être les plus fertiles, qui ne seront pas comprises dans le lotissement.

La formule communale saura donc mieux tirer profit des conditions topographiques dans lesquelles le système individuel sera inapplicable. De sorte que l'argument qui justifie la nécessité de ce système là où les réserves de terre sont exiguës n'a aucune valeur. Cest, au contraire, surtout dans ces conditions qu'il faut appliquer un système souple qui épouse au mieux les accidents de terrain.

b) **Injustice dans la répartition des terres.**

Pas plus que les rivières, les marais et les routes, les gradients de fertilité ne suivent des lignes droites et les taches de fertilité ne prennent des formes géométriques régulières. Il en résulterait que, fatalement, certains agriculteurs tomberaient dans des parties de faible valeur agronomique tandis que d'autres auraient le bonheur d'obtenir des parcelles très fertiles. Dans le système des bandes alternées, sans lotissement, la répartition sera plus équitable, car, au bout de quelques années, tous les agriculteurs auront eu des chances égales.

Le corollaire de ces considérations est que les prospections à exécuter pour le lotissement individuel devraient être plus poussées et plus soignées que dans l'aménagement d'une réserve dans le système communal. En effet, ici, pour que les réserves de terres de jachères et de cultures soient assurées, il suffit de dénoncer les limites de la réserve du groupement et d'admettre un fort coefficient de sécurité pour les pertes de terrains, pour marais et augmentation de la population.

III. — CONSEQUENCES DES FLUCTUATIONS DANS L'IMPORTANCE DES EMBLAVURES (SCHEMAS 6 ET 7)

Nous pouvons donner quelques exemples de cas dans lesquels il faudrait pouvoir tantôt augmenter, tantôt diminuer les ouvertures annuelles pour les cultures alimentaires.

a) Au cours de sa vie, un agriculteur est habituellement, pendant quelques années, célibataire, puis il se marie, sa femme peut l'aider au champ — ensuite ses enfants. Enfin plus tard, il peut rester veuf et ses enfants le quittent petit à petit. L'agriculteur, lui-même, vieillit et sa productivité tend vers zéro.

D'où, au cours de la vie d'une famille d'agriculteur, il y aura des fluctuations de grandes amplitudes dans la capacité et l'efficacité d'effort.

Schéma n°3

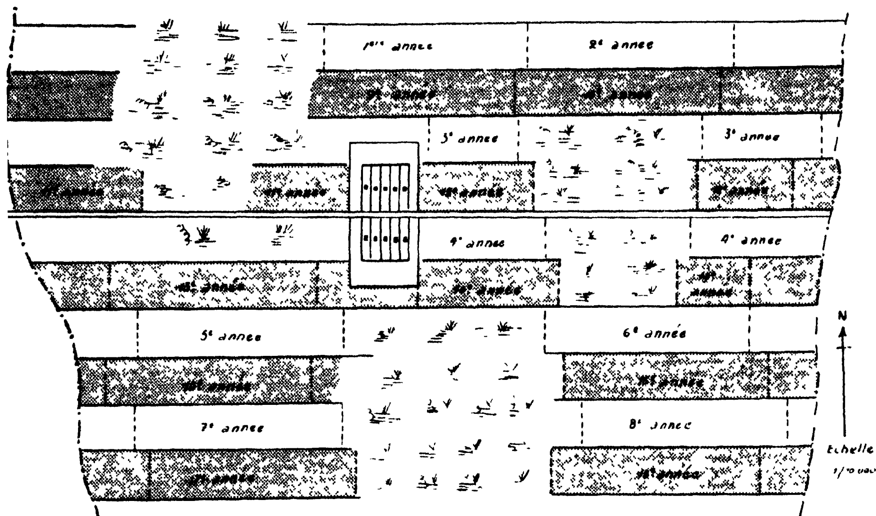


Schéma n°4

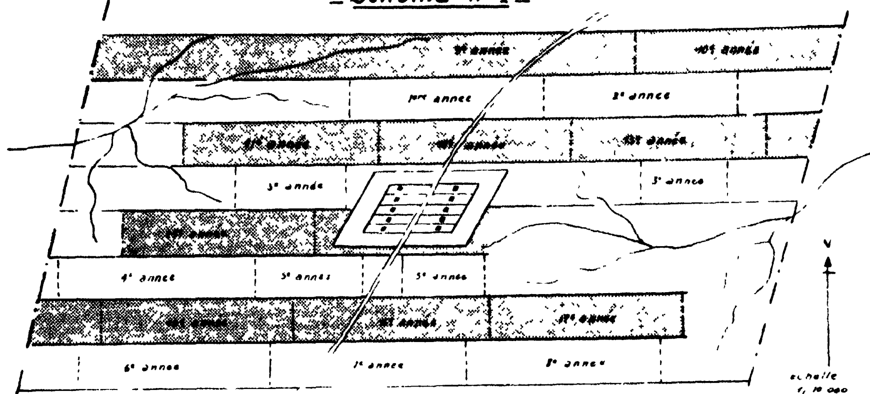
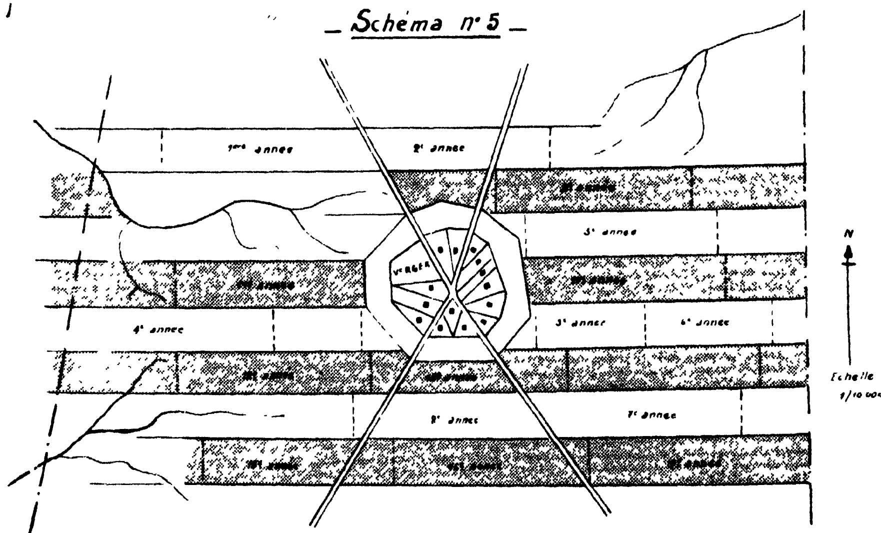


Schéma n°5



Célibataire, l'agriculteur ne saura cultiver que 25 ares. Le marié pourra cultiver 50 ares. Le marié et père d'enfants en âge de l'aider demandera peut-être 75 ou 100 ares et puis la surface qu'il pourra cultiver diminuera jusqu'à 15 ou 10 ares. La création d'une réserve commune, dans laquelle on ouvrirait des parcelles facultatives pour pallier ces fluctuations, n'est pas une solution et demande en fait la combinaison des deux systèmes, le lotissement individuel compliqué du système communal.

Les cultures qui s'effectueront dans la parcelle de réserve commune exigent des frais supplémentaires de piquetage et de délimitation de couloir et compliquent la réglementation des jachères. Pour la mécanisation, il y aura un bloc supplémentaire à traiter.

b) Les mêmes variations d'exigences dans la grandeur des ouvertures peuvent exister pour le groupement et cela pour diverses raisons :

1) cas de mortalité;

2) un agriculteur est fatigué momentanément du travail des champs et va s'engager à la ville ou dans les plantations européennes;

3) la différenciation sociale sera aussi cause de besoins variables en surfaces de cultures.

Dans toute communauté, tôt ou tard s'amorce une différenciation de métiers et d'occupations. Tous les habitants d'un village ne resteront pas agriculteurs, l'un deviendra commerçant, l'autre forgeron, maçon, mécanicien, etc...

Ces artisans tireront le plus clair de leur revenu de leur métier, ils ne pratiqueront plus que l'agriculture de subsistance qui ne demandera que quelques ares de culture. Par contre, d'autres, par goût ou par plus grande aptitude professionnelle s'attacheront à la terre et voudront au contraire doubler ou tripler leurs emblavures;

4) changement d'orientation dans la politique agricole.

Supposons que le marché intérieur des produits alimentaires indigènes soit saturé et que les prix offerts à l'exportation ne soient pas intéressants, il faudra diriger l'agriculture vers une autre spéculation, la culture d'une plante économique pluriannuelle, le caféier par exemple.

Il est évident que cette culture d'exportation dérivera une partie des journées de travail et, toutes choses étant égales d'ailleurs, ce changement d'orientation de l'agriculture se traduira par une réduction de l'importance des emblavures consacrées aux plantes annuelles. D'où ici aussi, création de bouchons de terre en friche qui rendent difficiles la réglementation de la jachère et les possibilités de mécanisation.

5) *Elevage.*

L'organisation du paysannat indigène en zone équatoriale forestière prévoit une place importante à l'élevage du gros et du petit bétail. Sans compter que cette activité supplémentaire accaparera une bonne partie des journées de travail, il faut aussi songer à l'emplacement des pâturages. Tout comme pour la culture du caféier dont question plus haut, rien ne dit, qu'en tout ou en partie, le terrain loti pour les cultures annuelles n'est pas plus intéressant pour le caféier ou les prairies.

L'introduction de ces spéculations dans un lotissement individuel se traduira par une diminution des surfaces réservées aux plantes annuelles, ce qui signifiera si l'on veut respecter la cadence de succession des cultures et des jachères qu'il faudra cultiver moins de surface par année. D'où encore le même résultat : création de bouchons non cultivés entre les parcelles individuelles.

6) *Conséquences découlant de la mécanisation des travaux agricoles.*

La mécanisation des travaux agricoles aura vraisemblablement pour premier effet, d'alléger l'agriculteur et surtout la femme indigène des lourds travaux d'abatage et de transport et, en second lieu, de pousser la rentabilité de la terre jusqu'à son maximum. Dans un premier stade, la mécanisation pourrait donc être payante jusqu'à un certain pcint sans pour cela qu'il soit nécessaire d'augmenter les surfaces cultivées par chaque individu. Mais dans tous les domaines, la mécanisation a eu pour influence de diminuer le nombre de bras requis par unité de surface ou par unité produite. Le premier stade dépassé, les progrès de la mécanisation permettront à chaque agriculteur de traiter dans chaque année des surfaces de plus en plus importantes.

A titre d'exemple démonstratif, nous décrirons ici brièvement les effets d'une motorisation croissante sur l'évolution du personnel d'exécution d'une ferme de Hesbaye. Pour une surface de 100 Ha. et des spéculations agricoles ayant les importances suivantes : 12 Ha. de betteraves, 6 Ha. de lin, 47 Ha. de céréales, 50 ares de pommes de terre et le reste sous pâture, il fallait 14 à 16 chevaux, 5 domestiques et un vacher.

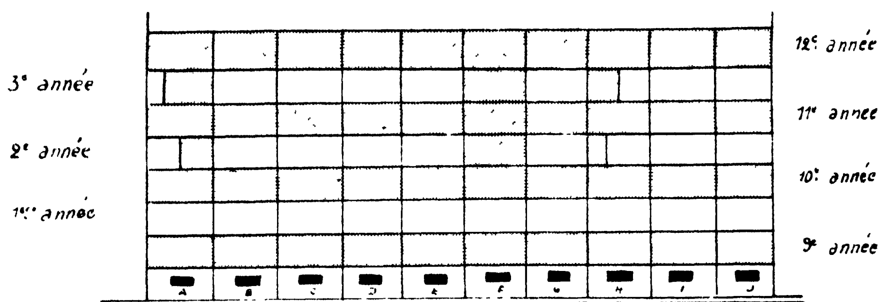
Par l'emploi d'un tracteur à roues, on économise 5 à 6 chevaux et un homme.

En mécanisant plus fortement par un tracteur à roues et un tracteur à chenille et ne maintenant que 3 à 4 chevaux pour les semis et binages, les ensembles des travaux ne requièrent plus que les services de trois hommes et d'un vacher.

Enfin si la motorisation est intégrale, c'est-à-dire si l'équipement comprend un tracteur chenille de 25 à 30 C.V. au moteur, un tracteur à roues pneumatiques de 34 à 40 C.V. au moteur et un petit Farmhall de 20 C.V. pour semis et binage, le tout peut être conduit par deux ou trois hommes. Dans ce dernier stade, l'élevage a été supprimé. Tout ceci s'entend, avec l'aide passagère de travailleurs saisonniers.

Reprenant le problème en sens inverse, si le nombre de bras qui cultivent une surface déterminée reste constant, puisqu'il faudra payer

— *Schéma n° 6* —



les machines et les équipes mécanisées quand le plafond de la production à l'unité de surface sera atteint, le revenu individuel s'abaissera.

D'où, la mécanisation progressive de l'agriculture indigène ne pourra traduire ses bienfaits que si des surfaces croissantes de culture sont mises à la disposition de chaque travailleur ou que, si les superficies totales réservées à un groupe restant constantes, un nombre de plus en plus restreint de personnes se consacrent à l'agriculture des plantes annuelles, les autres s'adonnant successivement à d'autres activités. De ces considérations, il découle que le lotissement individuel sera, un jour, un frein à cette évolution et que si, finalement, les terres loties pour dix agriculteurs doivent être gérées par un seul patron aidé de quelques domestiques nous ne voyons pas bien l'utilité d'un lotissement individuel qu'il faudra défaire plus tard pour pouvoir suivre le progrès.

7) *Contrôle difficile de la jachère.*

Dans les exemples précédents, nous avons fait toucher du doigt quelques cas dans lesquels les variations d'ouvertures individuelles des plantes annuelles rendront difficile une organisation simple du contrôle de la jachère. Or, l'étude des méthodes culturales est en pleine évolution et les changements que nous trouverons intéressant d'y ap-

porter, entraîneront aussi des modifications dans la grandeur des ouvertures annuelles et dans la vitesse de succession, sur une même sole, des révolutions cultures-jachères.

Les études visant l'amélioration de la rentabilité du sol tendront à tirer le maximum de profit par unité de surface en augmentant le rapport $\frac{\text{années de cultures}}{\text{années de jachères}}$ jusqu'à ce que finalement la jachère s'amenuise et soit de très courte durée. Ceci peut être réalisé par différents moyens qui sont encore à l'étude :

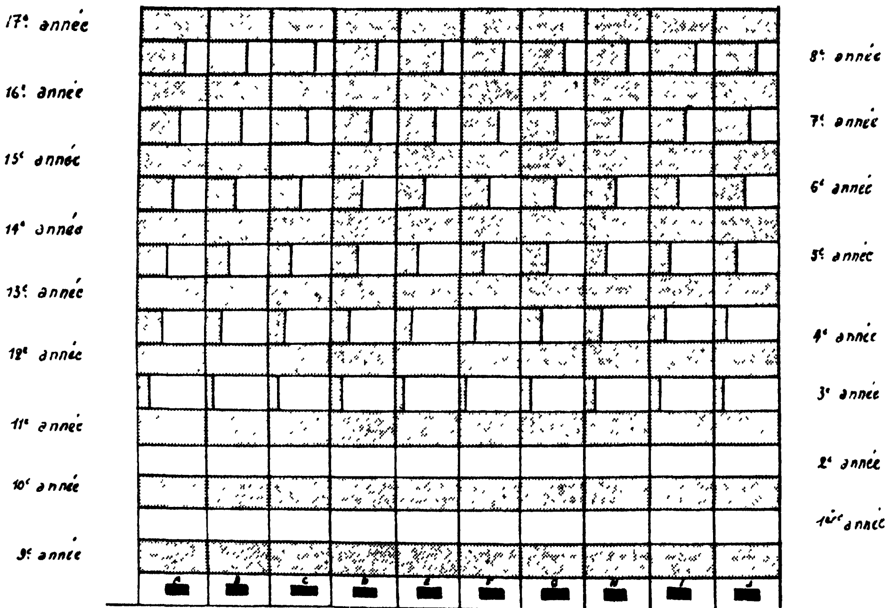
a) Allonger le nombre de cultures qui entre deux jachères se succèdent sur un même sol. L'étude des rotations idéales et de l'emploi des engrais minéraux pourront améliorer cette partie du bilan.

b) *Ecourter la jachère forestière* en augmentant la rapidité de succession des séries évolutives, soit par application de fumure minérale, soit par suppression des séries inutiles ou nuisibles.

c) En établissant des périodes de repos plus courtes de jachères à graminées s'intégrant dans un long cycle des cultures combiné avec de petites jachères à graminées et un très long repos forestier.

Ex.: cinq répétitions de deux années de cultures suivies de trois années de jachères à graminées suivies d'un peuplement forestier qui couvrirait le sol pendant quarante à cinquante ans.

Schéma n° 7



Outre que l'application de ces améliorations compliquera sensiblement les travaux de propagande et de surveillance et demandera pour une exécution parfaite, de ne traiter que des blocs d'un seul tenant, il faut tenir compte que si l'on cultive deux ou trois fois plus longtemps sur une même sole, à raison d'une ouverture annuelle, l'agriculteur, chaque année, se trouvera devant six ou sept champs ouverts dans des couloirs différents, au lieu de trois champs qu'il entretient simultanément dans le système actuel. Cette réduction des ouvertures annuelles sera proportionnelle au nombre de journées de travail nécessaires à l'entretien des champs supplémentaires.

Dans le système communal, ce problème est automatiquement résolu en réduisant d'autant le bloc commun d'ouverture annuelle. Dans le lotissement individuel, cette réduction devra se traduire par une occupation de moins en moins complète des parcelles individuelles. D'où mécanisation pénible et complication du contrôle de la jachère.

RESUME ET CONCLUSIONS

Le but de la présente note est de montrer en quoi le système communal est plus favorable aux possibilités d'évolution de l'agriculture indigène. Non seulement les frais de premier établissement, de prospection et de délimitation seront sensiblement moins élevés en système communal qu'en système individuel, mais le premier est surtout plus avantageux par sa plus grande adaptabilité aux exigences actuelles et futures. En effet :

1) il est capable de tirer un meilleur profit de situations topographiques les plus difficiles;

2) il donne au départ à chaque agriculteur des chances égales de prospérité;

3) il nivellera dans le temps les conséquences funestes d'une éventuelle exploitation individuelle incohérente;

4) il ne sera jamais un frein à la mécanisation la plus poussée;

5) il peut aisément s'adapter aux fluctuations du milieu social sans empêcher le contrôle de la jachère et l'ouverture de blocs importants rendant possible et payant le travail des machines et des équipes mécanisées;

6) il permettra d'adapter, sans heurts ni chocs, l'aménagement de la réserve aux nécessités de l'économie du groupement, aux exigences des marchés intérieur et extérieur et enfin aux progrès d'une agriculture qui doit s'acheminer vers des techniques de plus en plus conservatrices.

Le reproche est souvent fait au système communal de ne pas favoriser l'accession à la propriété privée. Ce régime, dit-on, étant celui

du colonisateur deviendra fatalement le régime foncier du peuple colonisé. Pour notre part, nous sommes plutôt convaincus que le régime foncier qui régnera un jour dans la cuvette centrale sera une solution adaptée au milieu organisé dans lequel nous travaillons, qui répondra à nos nécessités morales, matérielles et sociales et, qu'il est, pour le moins, osé de déterminer cette formule de structure dès maintenant. Nous ne croyons pas que cette solution doit être trouvée dans une transposition brutale au Centre Africain de réalisations étrangères, que ces réalisations soient celles du peuple colonisateur ou d'autres nations.

Mais, quoi qu'il en soit, nous nous permettons d'attirer l'attention sur le fait que le système communal ne préjuge en rien de l'avenir et qu'il laisse la porte ouverte à toutes les éventualités, même à celle du lotissement individuel.

Et faut-il donner la préférence à un système qui hâtera l'évolution vers la propriété privée, mais dans lequel le progrès des petits propriétaires sera sans cesse limité par les nombreuses difficultés techniques que nous dénoncions plus haut? Ou bien n'est-il pas préférable de ne rien brusquer dans ce domaine et d'attendre que l'application de procédés plus conservateurs, la mécanisation des travaux agricoles, puissent nous amener à un stade où la différenciation sociale nous désignera d'office les individus qui par goût et par prédisposition naturelle se montreront capables de gérer des surfaces de terre suffisamment importantes pour qu'il leur soit toujours permis de s'adapter sans cesse aux impératifs du progrès. Peut-être alors, le moment sera-t-il venu d'introduire le régime de la propriété privée dans l'agriculture des plantes alimentaires annuelles.

Jachères et plantes de couverture

Fallows and Cover Crops

Liste des communications

Grass Fallow in Uganda Rotations and Effect of Farm Yard Manure

by

R.-K. KERKHAM and E. WILLIAMS
(Department of Agriculture Uganda).

A great deal of evidence has been accumulated in Uganda which indicates that fertility can be maintained on many of our soils for a long time by use of an adequate period of fallow under grass. Though it may theoretically be possible for the rate of nitrogen accumulation in the soil by synthesis or deposition in rain water to equal or exceed the rate of removal in crops, minerals such as phosphate and potash cannot be replaced by means of fallow period. The fallow period may make these minerals available in increased quantities but the total quantity in the soil can be maintained at a constant level only by returning an amount equivalent to the amount removed. Data as to the mineral reserves in our soils are not yet available. The experiments described in this paper were designed to test out what form of rotation will give the best crop yields over a limited period of years.

Evidence for effectiveness of a grass fallow rests upon the experience of African farmers who have used it for many generations. Some confirmatory evidence has been obtained from departmental forms where this method of maintaining fertility has been used for some years.

AT NGETTA.

Ngetta Farm, which is situated near Lira in Lando District was opened by the Agricultural Department in 1925. During the period 1926-1933 it was farmed on an irregular rotation without resting under grass. By 1933 it was found that the fertility of the farm had deteriorated and it has been run on a six course rotation with three years under crops and three years under grass since 1934. There are six seven acre blocks on the farm, one of which is opened to cropping each year and one goes back to a grass ley.

The sequence of crops during the three years cropping has been :

1st year : Cotton.

2nd year : Eleusine and Pigeon peas followed by simsim sown under the standing Pigeon Peas.

3rd year : Groundnuts. In recent years groundnuts have been followed by Sorghum.

No manure has been applied to the farm since 1934.

During the resting period, seeding trials with various grass species have been carried out, but the dominant grass species has usually been a local form of Star Grass, *Cynodon plectostachym*, which comes in naturally when leys are grazed in this area. The ley period has been grazed by a fixed herd of bullocks which remain on the farm throughout the year. In general these bullocks have not received supplementary food and have obtained all their food on the farm. The stocking rate had varied slightly from time to time, but has usually been slightly more than one beast to the acre of grazing land. These bullocks have kept in good condition throughout the year.

In Table I yields of cotton, eleusine and groundnuts since this rotation was adopted are given. Mr. H. L. G. Milne, Agricultural Officer has kindly sorted out these figures from the farm records. In some cases yields refer to part of a block only, but may be considered representative. Yields of simsin and pigeon peas are not given as full records are not available.

TABLE 1.

NGETTA FARM MEAN CROP YIELDS.

Yields in Pounds per Acre.

Block	1st Circuit			2nd Circuit			3rd Circuit		
	Cotton	Eleusine	G. Nuts	Cotton	Eleusine	G. Nuts	Cotton	Eleusine	G. Nuts
I	No Record	2,425	549	419	919	1,616	1,056	1,545	N Y G
II	Record	1,180	Failed	573	2,240	2,283	N.Y G	N Y.G.	N Y.G.
III	180	2,205	1,130	565	1,934	2,047	N Y.G.	N.Y.G	N Y G.
IV	711	2,120	1,181	1,269	1,899	2,006	N.Y.G.	N Y.G.	N.Y.G.
V	N.Y.S.	N.Y.S.	731	498	Locusts	947	392	2,989	1,996
VI	N.Y.S.	1,740	510	399	1,606	1,825	643	1,786	1,215
Mean	445	1,934	820	620	1,720	1,787	697	2 107	1,605

Cotton — Total seed cotton per acre.

Eleusine -- Dry unthreshed heads per acre (threshing percentage averages 75—80).

Groundnuts — Unshelled nuts per acre (shelling percentage averages about 65).

N.Y.G. — Not yet grown

N.Y.S — Not yet started.

Though absence of accurate records, climatic variations and minor changes in methods of growing crops over a period of fourteen years inevitably produce many inconsistencies in a set of figures such as those given in this table, they support the impression of all officers who have known this farm over this period that the general level of fertility has improved appreciably.

SERERE: FERTILITY EXPERIMENT.

This experiment is described in greater detail in later sections of this article. The experiment was started in 1936. The rotation used is a five year one with different proportions of cultivation and grass fallow and different types of fallow treatment. Figures for the first and second circuits refer to ungrazed leys. Small dressings of Farm Yard Manure have been used on some plots as mentioned later. As in the case of Ngetta Farm one section of the experiment is opened to cropping each year, so the effect of seasonal fluctuations are partially eliminated.

TABLE 2.

SERERE FERTILITY EXPERIMENT: MEAN CROP YIELDS.

Yields in Pounds per Acre.

Block	1st Circuit			2nd Circuit			3rd Circuit		
	1st year Cotton	2nd yr Eleusine	2nd yr Cotton	1st year Cotton	2nd yr Eleusine	2nd yr Cotton	1st year Cotton	2nd yr Eleusine	2nd yr Cotton
I & II	371	663	614	349	1.642	421	539	1.132	
III & IV	518	Locusts	Locusts	666	1.645	285			
V & IV	359	878	270	543	1,403	486			
VII & VIII	253	1.657	612	583	1.418	141			
IX & X	540	1 804	382	563	1.646	247			
Mean	408	1,251	470	541	1.551	316			

Cotton — Total seed cotton per acre

Eleusine — Dry unthreshed heads per acre.

The increase in yield of first year cotton from the first to the second circuit is partly to be attributed to more efficient prior opening of the land.

The drop yield of second year cotton is partly accounted for by poor yields (141 and 247) in the second circuits of Blocks VII, VIII, IX and X in 1945-46 and 1946-47, when climatic conditions were abnormally adverse for late planted cotton.

The Eleusine yields are a much better reflection of the general level of fertility of the land than cotton. The very low yields obtained on Blocks I, II, V and VI in the first circuit are almost certainly due to abnormal weather conditions, not low fertility. Figures should be considered in conjunction with those given in Table 4. The general

inference to be drawn from them is that fertility has at least been maintained where a rotation containing an adequate period of rest under grass has been used.

SERERE FERTILITY EXPERIMENT

The first paper in this series, Kerkham (1), discussed evidence obtained in Uganda from experiments where fertility after grazing the grass resting period is compared with fertility after an ungrazed grass fallow. This paper discusses evidence obtained on the Serere Fertility Experiment.

Conduct of the experiment.

The Experiment was designed by Dr. W. S. Martin and a description written up by Martin and Biggs (2). Numerous officers have assisted with layout and supervision including Dr. W. S. Martin, H. R. Hosking, A. L. Stephens, J. D. Jameson, J. M. Watson, R. G. Carr and the writers. Dr. Yates of Rothamstead has advised on statistical layout. In addition to officers mentioned above, P. E. Weatherley has assisted with statistical analysis in recent years. Various Directors of Agriculture and Provincial Agriculture Officers as well as other specialist officers of the department have been consulted from time to time, and the experiment should be considered as a joint departmental project, and not as the work of any individual. Serere is situated in the south of Teso district of Uganda. The area of which this farm is typical has a rainfall of just over 50 inches per year with two rainfall peaks; the early rains occur from March to May and are usually reliable, the second rains are expected in August and September but are less reliable. The soil has a very definite structure, and Martin (3) has found that this structure is rapidly lost under cultivation and regained under the grass fallow. The natural vegetation of the area is Scattered Tree Grassland, consisting of low tree growth with high grass; Combretum and Terminalia species are the most typical trees and Hyparrhenias, particularly *Hyparrhenia rufa*, the most typical grass species.

Treatments.

The experiment contains three sets of treatments :

(a) *Cropping Ratio.* The whole experiment is cropped on a five year rotation containing three ratios of cropping to fallow shift. These treatments are designed to find out how long it is desirable to leave land under a grass fallow. In this paper the number of years cropped is always cited first in the ratio. The ratios are :

4 : 1, i.e. Four years under crops followed by one year fallow.
3 : 2, i.e. Three years cropped followed by two years fallow.
2 : 3, i.e. Two years cropped followed by three years fallow.

(b) *Cover during the fallow period.*

Treatments are :

A. Natural Regeneration.

B. Planted Grass fallow. Cynodon planted and allowed to compete with natural grasses.

C. Green Manure : slashed.

D. Planted grass fallow : slashed. Cynodon planted and slashed twice per year. This treatment was meant to simulate the effect of grazing. When the experiment was started grazing small plots was not considered feasible. In recent years plots under this treatment have been grazed instead of being slashed, but most of the results quoted in this article refer to the effect of slashing.

E. Green Manure : dug in.

(c) *Manuring with Farm Yard Manure.*

Manures are applied once in the five year rotation at three rates.

M.1 — No Manure.

M.2 — 2 ½ tons Farm Yard Manure per acre.

M.3 — 5 tons Farm Yard Manure per acre.

Layout of the experiment.

In order to eliminate the effect to seasonal variations two blocks each containing one replicate of all treatments, are opened to cropping each year. Blocks I and II were opened in 1936, III and IV in 1937, V and VI en 1938, VII and VIII in 1939, IX and X in 1940 and then I and II again in 1941, etc. The first five year rotation on each block is referred to as the first « circuit », the second five years as the second circuit, etc. The rotations used on the experiment are.

	Cropping Ratio		
	4 . 1	3 · 2	2 : 3
1st and 6th	Cotton	Cotton	Cotton
2nd and 7th	Eleusine Cotton	Eleusine Cotton	Eleusine Cotton
3rd and 8th	Groundnuts Sweet Potatoes	Groundnuts Sweet Potatoes	Rest
4th and 9th	Sorghum Cotton	Rest	Rest
5th and 10th	Rest	Rest	Rest

The experiments contains 450 plots of approximately one fortieth of an acre area. As a result of a carefully designed experimental layout it is possible to place reliance on comparatively small differences between treatment mean yields; in most cases differences of the order of 5 % are statistically significant.

Experimental results : Cropping Ratio.

Mean yields of Cotton in the first year of the Second Circuit (6th year), eleusine millet in the first half of the second year in the Second Circuit (7th year) and cotton in the second half of the second year in the Second Circuit (7th year) are given in Tables 3, and 5.

TABLE 3.

EFFECT OF CROPPING RATIO: COTTON 6th YEAR.

Total Seed Cotton in lb. per Acre.

Blocks	I & II	III & IV	V & VI	VII & VIII	IX & X	Mean
Year	1941-42	1942-43	1943-44	1944-45	1945-46	5 years
Cropping Ratio:						
4 : 1	345	681	525	563	608	545
3 : 2	332	672	532	595	521	530
2 : 3	371	646	572	591	561	549
Significance Linear Quadratic	None	None	None	None	None P = 0.05	None

TABLE 4.

EFFECT OF CROPPING RATIO: ELEUSINE 7th YEAR.

Unthreshed Heads in lb. per Acre.

Blocks	I & II	III & IV	V & VI	VII & VIII	IX & X	Mean
Year	1942	1943	1944	1945	1946	5 years
Cropping Ratio:						
4 : 1	1,410	1,673	1,181	1,204	1 578	1,409
3 : 2	1,732	1,651	1,378	1,433	1,507	1,540
2 : 3	1,784	1,610	1,651	1,617	1,854	1,703
Significance Linear Quadratic	P = 0.01 None	None	P = 0.001 Nil	P = 0.001 Nil	P = 0.05 P = 0.05	P = 0.001 None

TABLE 5.

EFFECT OF CROPPING RATIO: COTTON 7th YEAR.

Total Seed Cotton in lb. per Acre.

Blocks	I & II	III & IV	V & VI	VII & VIII	IX & X	Mean
Year .	1942-43	1943-44	1944-45	1945-46	1946-47	5 years
Cropping Ratio:						
4 : 1	375	277	475	142	239	302
3 : 2	438	283	481	138	246	317
2 : 3	449	296	501	143	255	329
Significance .						P = 0.001
Linear . . .	P = 0.001	None	None	None	None	
Quadratic	Nil	None	None	None	None	Nil

In Table 6 yields are given as percentages of the yield with a 4 : 1 Cropping Ratio.

TABLE 6

YIELDS AS PERCENTAGE OF 4 : 1 CROPPING RATIO.

Cropping Ratio	Cotton 6th Year	Eleusine 7th Year	Cotton 7th Year
4 . 1	100	100	100
3 2	97	109	105
2 : 3	101	121	109

The results given are the mean effects of cropping ratio. Other factors which are included in this experiment are :

(a) Effect of Farm Yard Manure.

(b) Effect of different covers when resting, including a comparison between grass and legume covers. Interactions between these various factors have not shown consistent high orders of significance. Should a three year rest give a small response to manure whilst a one year rest gives a large one, straight comparisons between the effect of cropping ratios would be masked by the manurial effect, and the Cropping Ratio × Manuring interaction would be significant. In fact this has not happened consistently and figures given in Tables 3, 4 and 5 are a fair reflection of the effect of treatments enumerated. The general inferences which can be drawn from these results are :

(a) That cotton in the first year of cropping after the resting period (i.e., the 6th year of the experiment) does not show a significant reaction to cropping ratio.

(b) Both Eleusine and cotton in the 7th year of rotation i.e., second year after reopening from the grass rest, have given a marked, and highly significant, response to cropping ratio. The 3 : 2 ratio is significantly better than 4 : 1 and 2 : 3 significantly better than 3 : 2.

(c) These results refer to yields in the second circuit of the rotation, i.e., when plots are being cropped for the second time having completed one cropping and one resting shift. One would expect differences between treatments to become more pronounced as cropping is continued and yields of cotton in 1947 from Blocks I and II agree with this expectation.

TABLE 7.

YIELDS OF SEED COTTON PER ACRE.

Blocks I and II.

	1st Circuit	2nd Circuit	3rd Circuit
Cropping Ratio	1936-37	1941-42	1946-47
4 : 1 . . .	Treatments	345	567
3 : 2 . . .	not yet	332	672
2 · 3	applied	371	678
Mean . . .	371	349	639
Significance			P = 0.05
Linear . . .			
Quadratic .		Nil	P = 0.05

Cover during the Resting Period.

In this experiment five covers during the resting period are compared :

A. Natural regeneration. In fact this has meant a more or less pure stand of *Imperata cylindrica.*

B. Cynodon. Planted and then allowed to complete with natural grasses. Some Cynodon has persisted but the dominant constituent of the herbage has usually been Imperata.

C. Green Manure slashed. *Mucuna nivea* (Velvet bean) has been used. Plots are dug over and resown once per year during the fallow period. In most years the Mucuna stand has been fairly good, though plots have occasionally been invaded by Imperata.

D. Cynodon slashed. Cynodon persisted rather better in D. than B, but Imperata was normally dominant. In the second circuit of the experiment slashing has been replaced by grazing, but results quoted refer to the effects of slashing.

E. Green Manure dug in. Mucuna used. Plots dug over and re-seeded twice per year.

The mean effects of cover crops when land is reopened to cropping given in Table 8 are a fair reflection of treatments, as no interactions have been consistently significant.

TABLE 8.

YIELDS IN lb. PER ACRE.

Treatment	1st year Cotton	2nd year Eleusine	2nd year Cotton
A. Nat. Regeneration			
B. Cynodon . . .	564	1,603	328
C. Green Manure	550	1,513	326
slashed	512	1,333	308
D. Cynodon slashed	545	1,634	326
E. Mucuna dug in	534	1,471	294
Significance:			
A + B + D — (C + E)	P = 0 01	P = 0 05	P = 0 001
C — E	None	None	None
A — (B + D)	None	None	None
B — D	None	None	None

The three grass fallow treatments have produced higher crop yields when the land was reopened to cropping than the two green manure treatments. It should be noted, however, that this does not prove that a grass rest is more effective than a legume. Three considerations at least are involved :

(a) We have no reason to suppose that all legumes have equal fertility restoring properties. No careful comparisons between different legumes have been made so far in Uganda.

(b) We have positive evidence that all grasses do not have similar fertility restoring properties.

(c) It is not possible to dissociate the effect of the green manure in this experiment and the effect of cultivation during the resting period. Soil in the three grass treatments (A. B and D) is undisturbed during the fallow. Soil in the C treatment is dug over once per year and in E treatment twice per year. Results so far can best be summarized as follows :

(a) That the undisturbed fallow under perennial grasses is a better means of restoring fertility than Mucuna used as a green manure crop during this period.

(b) That planting up land with Cynodon during the fallow period is not better than allowing the land to regenerate naturally under these conditions. « Under these conditions » is an essential part of this finding. Quite different results might be obtained on land which comes back to annual grasses or had a full stand of Cynodon been obtained

each year, or had the fertility status of treatments been at a lower level.

Effect of Farm Yard Manure.

The experiment contains comparisons between three different levels of manuring with Farm Yard Manure.

M.1 — No Manure.

M.2 — 2 ½ tons Farm Yard Manure.

M.3 — 5 tons Farm Yard Manure.

Manure is applied once in each circuit of five years to the cotton crop taken in the second year, i.e. between the Eleusine and the second cotton crop.

The experiment has now been going on long enough to show how long the effects of manuring may be expected to persist under our conditions. Table 9 gives the mean yields obtained so far after manure has been applied.

TABLE 9.

YIELDS IN lb. PER ACRE.

Manurial	2nd yr	3rd year		4th year		6th year	7th year		8th year
Treatment	Cotton	Ground-nuts	Sweet Potatoes	Sor-ghum	Cotton	Cotton	Eleu-sine	Cotton	G Nuts
No Manure	447	1,322	3,618	1,587	254	538	1,498	268	1,200
2 ½ tons F.Y.M.	482	1,417	4,163	1,656	260	549	1,568	328	1,358
5 tons F.Y.M	479	1,511	3,969	1,731	269	537	1,588	351	1,444
Significance	P = 0 01	P = 0.001	P = 0 01	P = 0 001			P – 0.05		P = 0.001
Linear				Nil	Nil	Nil	Nil		
Quadratic	P = 0 05	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil	P – 0.01	Nil

Eleusine — Dry unthreshed heads per acre
Cotton — Total seed cotton per acre
Groundnuts — Unshelled nuts per acre.
Sorghum — Dry unthreshed heads per acre.
Sweet Potatoes — Fresh roots per acre.

Yields obtained in crops from 2nd year cotton to 7th year Eleusine are a result of manures applied to the 2nd year cotton. The same manurial treatments were reapplied to the 7th year cotton. The inferences to be drawn from Table 9 are :

(a) The benefits of applying manure are well marked in the year of application and in the two succeeding years, but appear to have practically disappeared four years after application.

(b) The response of cotton has, in general, been less well marked than that of Eleusine, Sorghum and groundnuts. In both the 2nd and 7th years the quadratic constitutent of the response by cotton was significant as well as the linear, i.e. cotton under these conditions gives little more response to 5 tons of Farm Yard Manure that it does to 2 ½ tons per acre.

GENERAL SUMMARY OF FERTILITY EXPERIMENT RESULTS.

In this paper the results of a comprehensive experiment carried out at Serere are discussed. The experiment has a carefully designed layout capable of detecting small differences between treatments. The main treatments are :

(a) Three different cropping ratios within a five course rotation. 4 : 1; 3 : 2 and 2 : 3.

(b) Grass rest during the fallow period compared with an annual green manure.

(c) Farm Yard Manure applied once in five years at the rates of 0, 2 ½ and 5 tons per acre.

Results so far have shown (a) that yields are best with a low cropping ratio, i.e. long grass fallow period in comparison with cropped period, (b) that a grass cover during the resting period is superior to an annual green manure and (c) that Farm Yard Manure increases crop yields for about two years after application.

These results are very much what one would expect, but perhaps the most interesting feature of the results is the absence so far of any consistent interaction between the different treatments. On might have expected that Farm Yard Manure would give its maximum benefit at a low fertility level, and would have more effect on some rotations than others. As yet there is no definite sign of any such differential response.

It is essential to bear in mind that the results obtained from this experiment have a direct application only to areas where soil, climate and farming systems are similar to those typified by Serere. In Buganda many of the soils are quite different, and differences in lands values and population densities would make the application of experimental results to agricultural practice quite different from what it is in Teso, even were experimental results similar. Neither is there any reason to suppose that similar results would obtained on the light sandy soils of poor structure found in N.-E. Teso, E. Acholi and in many other parts of East Africa.

Acknowledgements.

The writers acknowledge with thanks the comments and suggestions made by Dr. G. Ap. Griffith and Mr. H. L. Manning during the course of preparation of this article.

REFERENCES.

(1) KERKHAM, R. K. (1947): « Grass Fallow in Uganda ». — East African Agricultural Journal, XIII, 3-7.

(2) MARTIN, W. S., and BIGGS, C. E. J. (1937): « Experiments on the Maintenance of Soil Fertility in Uganda ». — East African Agricultural Journal, II, 371-378.

(3) MARTIN, W. S. (1944). « Grass covers in Their Relation to Soil Structure ». — Empire Journal of Experimental Agriculture, XII, 21-32.

3e SECTION. COMMUNICATION N° 83.
GROUPE III.

Fertility Problems in Uganda

by

G. GRIFFITH,
Department of Agriculture, Uganda.

The problems of the maintenance of fertility in Uganda though perhaps similar in principle have certain marked points of difference from those in other territories both temperate and tropical. These differencies lie partly in its geographical position, partly in the backwardness of much of its population, partly in the nature of soils.

GEOGRAPHICAL POSITION

Uganda lies between 4° N. and 1° 30' S. latitude near the middle of Africa, Kampala, the principal town and present railhead is over 800 miles from Mombasa on the East Coast, the only sea port to which it has convenient access. The Nile has its source in L. Victoria and its course through Uganda is navigable but ceases to be continuously so on entering the Sudan. The implication is that the main cash crops, cotton and coffee, neither high priced for weight, have to bear the

cost of transport to the coast, whilst the same handicap is imposed on the importation of fertilizers from overseas.

The first problem therefore is the conservation and proper use of locally available fertilizers. Under this head the following are discussed later : cotton seed, cattle manure, composts, grass and vegetables mulches, and Uganda Rock Phosphate.

NITROGENOUS MANURING

Fertilizer experiments to date have shown in the main a response only to nitrogenous fertilizers (yield increases of the order of 40 %). In this connection a most important phenomenon, which is the subject of present investigation, is an accumulation of nitrate nitrogen of a very high magnitude during the dry season. Martin and Griffith (Ann. Rept. Agric. Dept. Uganda 1934) reported figures of the order of 10 mgms. per cent of nitrate (NO_3) nitrogen. Figures of a similar order are being obtained in a series of investigations now in progress in collaboration with my colleague Manning who has experience of a similar accumulation under St. Vincent conditions.

This figure represents on a 6" acre (2,000,000 pounds) the startling amount of 200 pounds of NO_3, a figure comparable with a heavy dressing of nitrogenous fertilizer. This accumulation occurs only under certain conditions and if the present investigation continues to bear out this finding two important problems present themselves, namely how this accumulation can be encouraged and secondly how best to utilize it by correct planting dates etc.

FERTILIZERS OF LOCAL ORIGIN

Cotton Seed

Up to 1940 cotton seed though used to some extent by the large estates was largely burned as fuel in the ginneries or exported and this represented a substantial annual drain on the soil. Most of the cotton seed is now crushed in Uganda but as the residual cake is sold mostly outside Uganda as stock feed the depletion of Uganda's soil has not been arrested. The husks have not so far found any considerable use as a manure as they are light and bulky, though through a variable admixture of broken kernel they are potentially a valuable manure.

Cattle Manure

Cattle are kept in large numbers in Uganda but a mere statement of cattle population would be misleading. The bulk are owned by semi-pastoral people whilst the bulk of the cultivators, particularly in the more fertile areas, keep no cattle. They are in greatest numbers in the North East and West and in smaller but increasingly signi-
estates was largely burnt as fuel in the ginneries or exported and this
ficant numbers in the « elephant grass » or red earth areas. In the for-

mer areas the cattle formerly ranged in search of grazing, as well as grazing resting land. In Teso and Kigezi districts, good progress has been made in introducing rotational strip cropping with a resting ley under grass which can be used for grazing and the manure is thus dropped to some extent on the land. At night the cattle are kraaled for protection. Departmental propaganda attemps to convince the cultivator of the value of the kraal manure, application of which to the land has hitherto been quite accidental.

Kraal manure is not to be thought of in terms of made farmyard manure in temperate countries. Litter is not extensively used; the labour of cutting and carrying it is an obstacle and it is less necessary than in colder climates. Hence the native kraal manure is largely dung with earth admixture. If stored for any time near the kraal it loses much of its value through leaching and desiccation and if carried on to the land and dumped on the surface it dries into hard clods and its organic matter is consumed by termites. Thus storage of the kraal manure and its application in proper manner (incorporated into the soil) and at proper season is one of immediate importance. As with so many of our problems the solution will inevitably be a compromise between the best method in theory and the best method in practice (that is the method most likely to be adopted by the cultivator). The actual transporting of the manure to the field is a practical problem requiring separate attention.

In the « elephant grass » areas, mainly areas where pressure of population is becoming felt, cattle have to be kept indoors in daytime to avoid the attention of the biting fly Stomoxys. During the morning and evening they graze on the thin soils of the steeper hillsides and in the drier bottoms.

In the neighbourhood of towns, where milk sells readily at a good price, the keeping of milk cattle is a considerable industry and peasant cattle owners are aware of the need for intensive feeding; the use of cotton seed for feed is a common practice. Stock owners are now further encouraged by a very substantial subsidy to buy cotton seed for feed.

Here again the problem is to get the manure back to the land in good condition. Most of the holdings have a banana garden and there are signs that stock owners are beginning to appreciate the value of the manure on these though applications so far tend to be a mere dumping of the material in prodigal quantities.

Composts

In Kampala an efficient system of composting of town refuse is in operation and the product is in steadily growing demand. Previously issued free it is now expected that users will be prepared to pay at least a nominal price for it. Night soil is not used in its manufacture; there is too strong a prejudice against its handling and use. The town

ship of Jinja is now about to adopt the process and probably the smaller townships will follow but the sum total of production can never amount to more than a few thousand tons and its main value may lie in the educative effect upon a people who have no tradition of manuring and in the improvement of over-cultivated land near townships.

Grass and vegetable mulch

On perennial crops, such as bananas and coffee, the use of a vegetable mulch has much to recommend it. In the areas of perennial crops though the total rainfall is adequate dry spells intervene when conditions for these crops become marginal. A covering of mulch retains the soil moisture and helps to conserve the rainfall and provide adequate moisture through dry periods. Also protection is given against beating rain and soil wash. In banana gardens all that is necessary is to lay the old stems and leaves across the slope. If the bananas are growing well this provides a sufficiency of mulching material, protecting the soil from erosion and supplying plant food. In coffee a mulch of elephant grass serves the same purpose. When the grass mulch was first used complete covering of the ground was recommended. Later experiments showed that this was unnecessary and that the beneficial effects of mulching could be achieved fully as well by mulching and clean weeding in alternate strips. This reduced the labour of mulching by a half but even so it does not appeal much to the coffee grover (African or European) and in some areas it is quite impracticable owing to the difficulty of obtaining mulching material.

Uganda Rock Phosphate

An extensive deposit of Rock Phosphate has recently been found in Eastern Uganda. Grinding and bulking of this material on a « pilot » scale has been in progress for the past few years with a finely ground product with about 20 % total P_2O_5. This product is of low citric solubility and successful attempts are being made in Kenya (by the East African Industrial Research Board) to prepare a material of high citric solubility by calcining the Rock Phosphate with a sodium carbonate of local origin.

Both the Rock Phosphate and the calcined phosphate have been tested in numerous field experiments in Uganda with various grain crops, with cotton, groundnuts, etc. Responses, when they have occurred, have been small (of the order of 12 %) to both types. The lack of response is somewhat unexpected. This season similar trials are being run with superphosphate, and it is intended to seek the reason for the lack of response, which may be due to time, method or quantity of application or to the type of fertilizer or possibly quite simply to a sufficiency of phosphate in the soils (N/2 Acetic soluble phosphate ranges from 1 to 10 mgms. per cent P_2O_5).

Considerable responses have been reported from Kenya to the calcined phosphate, so that it seems clear that under the right conditions the Uganda Rock Phosphate may be a valuable fertiliser. It is possible that the unprocessed phosphate, which in Uganda has given results of the same (low) order as the processed, might be prepared in a different physical form, less finely ground or granulated, which might increase its value. This possibility is under investigation.

Shifting Cultivation

It is clear that the problem of maintenance of fertility in Uganda cannot be solved economically under present conditions by any system of manuring which can be visualized. The native cultivator has evolved his own solution — namely shifting cultivation. This term has come to have an almost sinister significance, but it was a natural and obvious answer. Where land is plentiful it is not an unsatisfactory method. Where it breaks down is when land becomes so scarce that the resting period is too brief. The disadvantage then is that too great a proportion of the resting time is spent in recovery, that is the ground remains bare for too long a proportion of the resting time, thus exposing the land to the risks of erosion. As the resting period becomes increasingly shorter, the quality of the vegetation which establishes itself falls and a vicious circle is entered.

The resting ley

It remained then to find a method of maintaining fertility which was free from some of the disadvantages of the empirical practice of shifting cultivation. An interim solution has been found in contour strip cropping, the resting strips being planted with grass or allowed to regenerate naturally. Much of the Eastern Province, where land is held by the community, is now laid out in such strips, though the resting strips in the main regenerate naturally. The first intention was to alternate resting strips with cultivation strips across the slope, the strips being 20 to 30 yards wide. In the Eastern Province, where the resting strip was to be grazed, the objection arose that cattle could not be grazed on a single resting strip without expensive fencing, owing to the danger of damage to the crops in adjacent cultivated strips. A compromise was arrived at, the arresting strips being adjacent. When opened up for cultivation the identity of the strips is maintained and soil wash checked by leaving a narrow grass belt between the strips of cultivated land.

In the red soil « elephant grass » areas, less progress has been made and resting strips are not seen to any extent outside the experiment stations. This is largely due to a different system of land tenure, the land being held in private ownership by landlords and tenants. Each smallholder has a banana garden, often of irregular shape, which interferes with a regular layout of the land.

The problem of what grass is best for the resting ley has not yet been solved. *Chloris gayana* appears satisfactory and is being tried out an increasing scale. Elephant Grass, which is only suitable for the wetter areas of good soil, has the disadvantage of requiring considerable labour for clearing, and its dense cover provides refuge for vermin and small game.

The effect of the grass ley

The choice of grass and the length of the resting and cultivation periods depend upon a fuller knowledge of the fundamental causes of soil improvement due to the grass rest.

One effect of the grass rest in an increase in soil organic matter. A comparison of a soil at one experiment station (Bukalasa) showed 0.134 per cent organic nitrogen in a three years cropped plot as against 0.152 per cent in a plot rested for three years under elephant grass.

The importance of increasing organic matter content in this way lies in the fact that it does not appear possible to raise the organic matter status of a tropical soil in the same way as that of a temperate one by application of organic manure. The difference in soil climate between a grass covered soil and a soil under bare fallow is far greater under tropical than under temperate conditions, and in effect, when a soil is brought from a grass or other cover into cultivation, markedly different conditions ensue, under which organic matter quickly falls to a new level. Conversely by shading the soil with a grass cover conditions are brought about which favour the raising of the organic matter levels.

Many of the soils of Uganda are likely to show a marked fixing power for phosphate. The raising of the organic matter content is likely to help to mobilise some of this fixed phosphate

It remains to find the time taken to reach the optimum increase of soil organic matter by the grass rest.

A second important effect of the grass rest, as shown by Martin in common with workers in other countries, is an improvement of soil structure, that is an increase in the number of particles greater than 1/2 mm. diameter. This has a vital bearing on soil erodibility and on nutrient solubility. Martin has shown that the improvement in structure is not the same for all grasses; elephant grass and *Chloris gayana* are both high in the scale. Here again it remains to determine the time taken to achieve optimum improvement in soil structure.

A third effect of the grass cover is that of bringing up nutrients from the lower layers to the surface of the soil. This effect will presumably be greatest for deep-rooting, permanent grasses.

These effects are probably largely achieved by natural regeneration of vegetation in shifting cultivation. Natural regeneration in the red soil areas implies mainly *Imperata cylindrica* and elephant grass,

but over large areas of Uganda a mixture develops of smaller grasses with herbs and small shrubs of low grazing value. It is in these areas that cattle are of major importance and improvement of grazing urgently required.

It has been found at one experiment station in these areas (Ngetta) that a planted grass pasture can maintain a beast per acre. In a three years rest — three years cultivation rotation this means in effect that the land is supporting one beast to two acres. On one experiment station in the North it is the recorded opinion of Agricultural Officers, supported by yield figures for crops, that the fertility of the station has improved under this system of management.

The question is now being asked whether farming with the grass rest, or mixed farming involving stall feeding or grazing of the grass rest, can improve or maintain soil fertility. Those who ask this are probably under the impression that it is intended to regard the grass rest, grazed or ungrazed, as a final answer. Wakefield in a recent number of « Soils and Fertilizers » (10, N° 4, 1947) is clearly under this quite erroneous impression. It is axiomatic and fully appreciated in Uganda, that the continued cropping of crops for export and the continued production of cattle must represent a steady drain on the soil.

A typical Eastern Province soil has been found to contain 1,500 lbs. per acre of phosphate (total P_2O_5) in the first six inches, falling to half this in the second six inches and to less than a quarter in the fourth foot. Similar results have been obtained with a soil from Ngetta in the North; higher figures similarly distributed through the profile are indicated for the red soil areas.

These figures are large (compared for example with the general average of American soils) but even if these amounts were available and utilizable, which they quite patently are not, it is a problem in simple arithmetic to show that they must sooner or later be exhausted and must be replenished from outside sources long before exhaustion occurs.

It has not been claimed in Uganda that the grass rest or mixed farming incorporating the grass rest will arrest this depletion. In point of fact, if these systems increase fertility as measured by crop yields or live weight gains, then the depletion of soil phosphorus (for example) must be proportionately accelerated.

The point of the grass rest, grazed or ungrazed, is rather the replacement of a haphazard « system » of agriculture by an orderly one making possible the orderly, systematic and most efficient use of any local fertilizer materials which are now available and of any imported or locally produced artificial fertilizers which may become available in the future. The overriding consideration in Uganda must always be efficient protection against erosion and at the present state of our knowledge the grass rest appears the most efficient to achieve this.

Cultures, jachères et engrais verts

par

E. FOSCOLO,
Ingénieur des Industries agricoles Gx

Il ne nous est pas possible de donner des renseignements statistiques, la période des hostilités ayant arrêté les différentes études du sol qui avaient été entreprises

Les premiers labours, lors de l'occupation du sol, doivent être très superficiels; les rendements des premières cultures sont faibles et ce n'est qu'en quatrième culture, ou plus, qu'ils deviennent intéressants.

Le régime des pluies permet d'entreprendre deux cultures par an, la période des récoltes se situant aux mois de juillet-août et janvier-février.

Les labours ont lieu au moyen d'instruments à disques ou à socs: la sécheresse ou l'excès de pluies provoque l'arrêt des travaux. Le labour doit être immédiatement suivi par le semis pour recouvrir le sol le plus rapidement possible

Déchaumages et enfouissements pourront se faire en versant vers le haut; la qualité du labour exige, par contre, de verser vers le bas. Il y a intérêt à ce que les labours et semis se fassent suivant les courbes de niveau.

Pour les parcelles livrées saisonnièrement aux travaux attelés, la constitution de haies antiérosives freinerait considérablement les travaux et serait une menace perpétuelle d'envahissement par le chiendent.

Le travail à la houe doit être superficiel; éviter spécialement d'utiliser le « cœur » de houe qui laisse un sillon amorçant le ruissellement. Les rasettes laissant un sol plat sont à préférer.

Le sarclage doit avoir pour but de mettre la culture vivrière en bonnes conditions de végétation; par après, cette culture est moins influencée par le retour de la végétation spontanée qui présente l'avantage de recouvrir le sol.

Les déchets des cultures ne sont pas toujours récupérables; si les fanes de haricot peuvent être épandues, les tiges de maïs, par contre, sont brûlées par mesure sanitaire prophylactique.

La jachère reviendra sur le terrain après deux cultures vivrières saisonnières, soit douze mois de culture pour six mois de jachère.

La jachère spontanée assure, en général, un volume moins important de matière à enfouir, mais présente l'avantage de laisser le sol en place. Le sorgho couvre rapidement le sol et produit une grande quantité de matière, mais une décomposition préalable au semis est nécessaire; vu son pouvoir envahissant, l'entretien des jeunes semis doit être assuré en temps voulu.

Dans la jachère à enfouir, c'est le mucuna qui nous a donné les meilleurs résultats; un essai a fourni 18 tonnes de matière pour un semis de bonne venue. La culture sur rames donne une meilleure production de grains, mais exige une abondante main-d'œuvre; pour une levée suffisamment dense, il est nécessaire de semer 70 à 80 kilos de grains à l'hectare.

Le tournesol produit également une grande quantité de matière facilement décomposable quand il est enfoui jeune. Il graine abondamment et est fortement parasité par les oiseaux et pillé par les indigènes qui se sont habitués à le consommer; il doit être enfoui quand il atteint la hauteur de 1 m. 50.

Les semences de *Crotalaria* sont, en général, fortement parasitées. Cela constitue un inconvénient majeur, une grande quantité de semences étant nécessaire pour les jachères; cet inconvénient excepté, les *C. juncea* et *C. sericea* auraient donné de bons résultats.

C. agathiflora est fortement atteint de virose.

Canavalia ensiformis est vigoureux, facile à enfouir et à battre. Inconvénients : semence trop grosse et apparition de virose quand il revient sur lui-même.

Centrosema Plumieri couvre bien, mais sa production de semences est médiocre.

Calopogonium mucunoides : végétation très lente, se laisse envahir et exige trop de soins d'entretien.

Vigna, Soja : quantité de matière insuffisante.

La grande quantité de grains produite fait du maïs un engrais vert facile, mais il présente deux graves inconvénients, à savoir : *a*) l'intoxication spécifique du sol, nuisant à la culture proprement dite; *b*) le « pont » qu'il assure aux parasites *(Busseola)* et aux maladies *(Streak)* d'une culture saisonnière à l'autre. Or, le degré de parasitisme est tel en certaines saisons que la destruction des plantes-hôtes naturelles *(Pennisetum)* s'est avérée elle-même indispensable.

Enfin, signalons que les enfouissements de *Phaseolus (vulgaris* et *lunatus)*, avec applications d'engrais minéraux, assurent de bons rendements en maïs, mais la quantité de matière enfouie est nettement insuffisante.

La jachère à bananiers

par

F.-L. HENDRICKX, Ingénieur agricole A. I. Gx. et J. HENDERICKX, Ingénieur agricole Lv.

Le problème des jachères a longuement retenu l'attention des agronomes ces derniers temps. COLLEAUX (2), DECRAENE (3, 4), EECKHOUT (5), GILLAIN (6), JURION (9), MICHOTTE (11), STOFFELS (13, 14), TONDEUR (16) et d'autres ont, dans de récents travaux, exposé leurs craintes au sujet de l'avenir de l'agriculture indigène au Congo belge. De la lecture de leurs rapports il résulte que l'équilibre qui doit exister entre la production vivrière et la consommation est gravement compromis. Diverses causes ont été avancées pour expliquer ce fait : augmentation de la population indigène, diminution de la classe des agriculteurs aux dépens de celle des consommateurs, accroissement du cheptel, pratique déplorable des feux de brousse, disparition de la forêt, appauvrissement graduel des terres, jachères insuffisantes pour reconstituer la fertilité des sols, etc.

Il n'entre pas dans nos intentions de reprendre ces questions. Nous désirons tout simplement soumettre à la discussion un procédé de jachère qui serait susceptible d'être mis en application dans les régions d'altitude du Kivu. En latitude, ces régions se trouvent entièrement dans la zone équatoriale. A cause de leur élévation au-dessus du niveau de la mer, elles jouissent toutefois d'un climat relativement plus froid que pourrait le laisser supposer leur voisinage immédiat de l'équateur. La température moyenne varie de 21,3° C. au niveau du lac (Katana) à 16,2° C. à 2.100 mètres (Tshibinda). Pour le reste, les caractéristiques climatiques sont celles du régime équatorial. Les pluies, qui atteignent de 1.200 à 2.000 mm. par an, sont dues principalement à des phénomènes de convection. Elles sont surtout intenses aux deux équinoxes et durant la période qui les suit immédiatement. On remarque, en effet, deux maxima bien marqués dans la courbe de la pluviosité : le premier en octobre, après l'équinoxe d'automne; le second en mars-avril, après celui de printemps. La grande saison sèche a lieu entre mai et septembre. Le mois de juillet est généralement le plus sec de l'année. Malgré l'existence de ces périodes de sécheresse, on peut dire qu'un rythme équatorial subsiste qui est notablement différent du rythme des deux districts bioclimatiques voi-

sins : celui de l'alizé austral atlantique, qui s'arrête sur le versant occidental de la dorsale congolaise, et celui du courant égyptien, qui atteint la chaîne volcanique des Mfumbiru.

Tout laisse supposer que la région qui nous intéresse était couverte dans le temps de forêt (10). La régression de celle-ci doit dater de l'arrivée d'une tribu de pasteurs, les Bashi, qui ont refoulé les habitants primitifs dans les endroits les moins accessibles du pays. Ils ont abattu la forêt pour établir des champs et pour procurer des pâturages à leur bétail. Les feux de brousse ont fait le reste. Actuellement, la forêt, en voie de régression constante, est pratiquement inexistante au-dessous de 2.000 mètres d'altitude. Le pays se présente sous la forme de vastes pâturages, de savanes arbustives et de galeries forestières dans lesquels sont découpés des plantations, des champs et des bananeraies.

Actuellement, il ne peut être question de retourner à l'état primitif. La population est trop dense et les surfaces sous culture sont trop faibles pour être réduites. Les disettes périodiques en font foi. Il faut se contenter de maintenir l'état boisé des sommets Le restant du terrain disponible doit être soumis à des façons culturales rationnelles pour en tirer un maximum de vivres tout en maintenant sa fertilité.

Les terres congolaises ne peuvent être cultivées d'une façon continue. Elles demandent à être reconstituées après chaque cycle de culture. L'usage de fumier, de compost ou d'engrais chimiques n'est pas de règle dans les milieux indigènes. Seule la jachère naturelle y est pratiquée. Malheureusement, le noir y a recours quand ses champs sont déjà trop épuisés.

La jachère forestière est trop longue et n'est possible que là où la forêt existe encore. Ailleurs, elle est remplacée par une jachère arbustive, laquelle doit également occuper le sol trop longtemps avant de donner des résultats appréciables. Il y a vingt ans, la jachère naturelle non pâturée pratiquée en Ituri par les Alurs était de quatorze ans. Un essai de jachère est en cours à la station de Mulungu depuis 1935. Après treize ans, les premiers arbres de savane commencent seulement à prendre le dessus sur les plantes qui formaient la strate arbustive. On peut donc évaluer à une dizaine d'années le temps minimum nécessaire pour une jachère arbustive.

La jachère à graminées, associée au « mixed farming » et à l'incorporation du fumier au sol, mérite certes de retenir l'attention des agronomes des régions d'altitude de la colonie. Des essais doivent être faits dans ce sens, mais nous estimons que le niveau du noir n'est pas encore assez élevé pour pratiquer une jachère à graminées bien comprise.

Pour les cultures européennes, la reconstitution des sols par une jachère courte de plantes améliorantes est couramment pratiquée. A la station de Mulungu, la plante qui a donné les meilleurs résultats jusqu'ici est le *Crotalaria agathiflora* SCHWEINF. Nous l'utilisons avec succès pour la régénération de parcelles épuisées par la culture du pyrèthre (7) et pour la reconstitution des sols en pépinières. Elle intervient également en fin d'assolement pour les plantes vivrières. Son système radiculaire pénètre jusqu'à 1^{m}50 de profondeur à un an et demi. Nous estimons qu'une jachère de deux ans de cette plante est suffisante pour permettre une nouvelle culture d'une plante économiquement intéressante, pour autant que la rotation soit rationnelle et de courte durée.

Si, pour les cultures européennes, le problème semble donc résolu d'une façon satisfaisante, il n'en est malheureusement pas de même pour les cultures indigènes. Nous avons, il est vrai, obtenu de bons résultats avec le *Crotalaria agathiflora* pour la régénération de champs indigènes dégradés par des cultures trop répétées. Il s'agissait toutefois d'essais contrôlés de près et exécutés par des indigènes travaillant suivant les directives de personnel blanc. Il ne pourrait être question de songer à généraliser ces techniques dans le pays. L'utilisation d'une légumineuse améliorante pour constituer une jachère heurte les préjugés de l'indigène. Celui-ci ne peut comprendre l'intérêt qu'il y a pour lui à semer et à entretenir une surface plantée qui ne lui rapporte pas directement de la nourriture. Trouver une plante qui soit à la fois un aliment et qui améliore le sol est le problème devant lequel nous nous trouvons. Ajoutons à cela que l'indigène est très routinier et qu'il accepte difficilement un aliment qui n'entre pas dans sa nourriture coutumière.

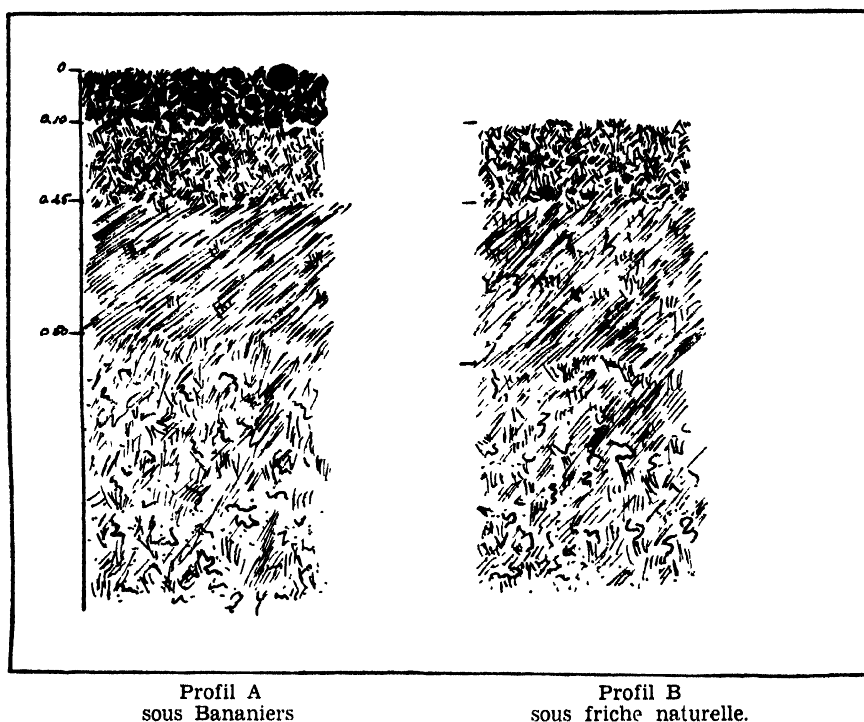
Un rapide examen des végétaux consommés par l'indigène (8) nous fit d'abord choisir l'ambrevade (*Cajanus cajan* (L.) MILLSP. (syn. *Cajanus indicus* SPRENG.). C'est une plante d'ombrage et de fumure verte (11). L'indigène en consomme les fèves sous le nom de « Nkole ». Un essai de culture entrepris vers 1.650 mètres d'altitude à la station de Mulungu nous démontra que cette légumineuse ne remplissait pas le rôle qu'on attendait d'elle. Théoriquement, le pois cajan est vivace, mais au Kivu il doit tout au plus être considéré comme bisannuel. Son développement reste faible, il ne convient pas à la fixation des terres et il ne couvre pas suffisamment le sol pour pouvoir être considéré comme une plante de jachère. De plus, les rendements sont faibles et tombent rapidement dès la seconde année. Ils ne justifieraient pas, aux yeux de l'indigène, les soins d'entretien que demanderait la plante.

L'examen des sols de certaines bananeraies, qui avaient été utilisées pour des extensions à la station de Mulungu, nous a montré qu'ils étaient meilleurs que la majorité des terres laissées en friche.

L'examen des deux profils suivants est convaincant à ce sujet (fig. 1).

Le profil A représente schématiquement les divers horizons rencontrés dans une bananeraie âgée de dix ans sur sol juvénile volcanique (Mulungu, camp M. O. I.). Le profil B est celui d'une friche naturelle située non loin de là.

La couche arable (I), noire, très humifère, est composée pour le profil A de deux horizons. Le premier (I *a*), épais de 10 cm., est constitué de déchets organiques décomposés ou en voie de décomposition. Cette couche, assez spongieuse, d'un véritable terreau, constitue un obstacle efficace à l'érosion. Elle maintient le sol dans un état



Profil A
sous Bananiers

Profil B
sous friche naturelle.

de fraîcheur remarquable. L'horizon I *b*, d'une épaisseur de 15 cm., noir, grumeleux, très humifère et très frais, est parcouru par une multitude de racines. C'est l'ancienne couche arable. Dans le profil B, nous trouvons un premier horizon de 15 cm., noir, humifère, assez grumeleux et plutôt sec. Il est parcouru par de nombreuses radicelles. Sa protection en surface est imparfaitement assurée par la végétation spontanée.

L'horizon II du profil A est compact, brun café. On y rencontre encore beaucoup de racines, spécialement au pied des bananiers. Cette couche constitue un horizon épais d'infiltration, qui ne trouve pas son équivalent dans le profil B.

L'horizon III sous bananiers est moins compact que l'horizon II. Il est de couleur brun-jaune et devient de plus en plus grumeleux en profondeur. C'est le sous-sol proprement dit. On y rencontre encore quelques racines. Tout le profil sous bananiers est caractérisé par une grande fraîcheur.

Sous la brousse naturelle, l'horizon II, d'une épaisseur de 30 cm., constitue un stade intermédiaire entre les horizons II et III décrits pour le profil A. Il forme une couche assez compacte, sèche, de couleur brune. Il ne possède pas de racines. Cet horizon pourrait être considéré comme un début de zone d'infiltration.

L'horizon III du profil B est semblable à la partie inférieure du premier profil. Il devient de plus en plus frais et grumeleux en profondeur.

Nous pouvons conclure de cet examen direct que le profil fait dans la plantation de bananiers présente les avantages suivants sur la friche naturelle :

1. Apport considérable de matières organiques en surface. Cet enrichissement superficiel constitue un obstacle puissant à l'érosion et est une garantie contre l'incinération.

2. Couche arable plus épaisse.

3. Horizon d'infiltration nettement caractérisé dans le profil sous bananiers. Il est dû vraisemblablement à la pénétration en profondeur de matières humiques formées en grandes quantités par la décomposition des déchets organiques qui recouvrent le sol.

4. Présence de racines à 80 cm. de profondeur dans le profil A alors qu'en B les radicelles, présentes en grand nombre dans la couche arable, sont rares dans les deux horizons sous-jacents.

La conclusion de cet examen est donc nettement en faveur de la bananeraie. De plus, le bananier est une culture coutumière. Dans notre note présentée au Congrès de Yangambi l'un de nous disait : « Les bananeraies jouent un rôle très important dans l'économie indigène. Le noir consacre beaucoup de soins à ses « vignobles à pombe », dans lesquels il se plaît à construire sa hutte. De toutes les cultures pratiquées par l'indigène, celle du bananier abîme le moins le sol. N'était le danger d'accroître l'alcoolisme, il y aurait avantage à étendre les bananeraies. Cela éviterait la dégradation des terrains, si à craindre dans les régions d'altitude de la colonie » (8).

Le bananier a d'ailleurs déjà été utilisé pour lutter contre l'érosion et contre la dégradation des sols dans les régions d'altitude de la Colonie. Au programme, pour l'année 1943, du Service Provincial de l'Agriculture du Kivu figurait un essai de « strip cropping » de bana-

niers à établir en territoire de Kabare. Il comportait un tiers de bananiers. Ceux-ci devaient être plantés en bandes horizontales et en rotation avec les cultures. Malheureusement cet essai ne reçut qu'un début d'exécution et ne fut pas suivi de près.

L'expérience entreprise actuellement à la Station de Mulungu envisage la plantation massive de bananiers et le recouvrement total des soles sous culture par cette plante. Il est bien entendu que le but visé est, en ordre principal, la protection et la reconstitution du sol. La production de régimes de fruits n'est qu'un facteur secondaire, non négligeable toutefois, comme source d'alimentation pour le Noir.

L'essai tel que nous l'envisageons comporte la mise en valeur méthodique de la sole d'après le plan suivant : le défrichement et le débroussement sont suivis de la mise en place des bananiers, laquelle précède toute autre plantation. Là où la chose est possible, le peuplement est constitué de 90 % de bananiers à farine et à cuire et de 10 % de bananiers à bière. A haute altitude, où le bananier à farine pousse mal, une proportion inverse pourrait être adoptée, ce qui se fait habituellement dans la région de Mulungu.

Les cultures se font entre les bananiers. La rotation comporte : en tête d'assolement, patates douces ou manioc; ensuite, au cours de la même saison des pluies, une culture mixte de sorgho, maïs, haricots et cucurbitacées. Celle-ci occupe le sol jusqu'au début de la saison sèche. L'année suivante la culture mixte de sorgho, maïs, haricots et cucurbitacées revient sur elle-même au début de la saison des pluies. Elle est suivie, si le couvert des bananiers n'est pas encore trop dense, d'une ultime récolte de haricots.

Cette rotation assure au moins dix-huit mois d'entretien aux bananiers et leur permet de se développer normalement. Chaque pied de bananier est distant de son voisin de 2 mètres environ. Il va de soi que les bananiers et les cultures vivrières qui sont établies sous le couvert doivent être plantés d'après des lignes de niveau. La durée des cultures de plantes vivrières annuelles est intimement liée à l'ombrage projeté par les bananiers. Là où il est à craindre que ceux-ci se développent trop rapidement, l'écartement entre les stipes pourra être augmenté. Dans les terrains de culture de valeur moyenne nous estimons toutefois que dix-huit mois à deux ans seront nécessaires avant que l'ombrage soit trop dense pour empêcher la culture d'espèces annuelles en sous-étage. Ceci correspond environ au temps nécessaire à une bananeraie pour entrer en production. A partir de ce moment la jachère de bananiers est établie et l'indigène se bornera à effectuer les travaux courants d'entretien et à récolter les régimes.

Chaque année une nouvelle portion de la terre destinée aux cultures sera mise en valeur d'après le schéma exposé ci-dessus. Après

un certain laps de temps, évalué arbitrairement à dix ans, mais que nos essais nous permettront de déterminer plus précisément par la suite, tous les bananiers de la première sole seront abattus et une nouvelle rotation commencée en suivant le mode opératoire déjà décrit.

En principe, la jachère à bananiers ayant la régénération du sol comme but principal, c'est l'analyse du sol et l'augmentation de sa productivité qui formeront le critère de la durée totale de la rotation proposée. La plante vivrière ne constitue en quelque sorte qu'une culture dérobée. Elle ne recouvre, et encore sous la forme d'une strate herbacée ou semi-ligneuse, que les 2/10 de la superficie réservée aux cultures. La méthode que nous préconisons rompt donc carrément avec tous les essais faits jusqu'à présent. Ceux-ci avaient pour but principal la production de vivres sans trop abîmer le sol. Nous estimons, au contraire être arrivés à un tel degré de dégradation des terres de culture qu'il faut avant tout s'attacher à en reconstituer la fertilité plutôt que de les maintenir tant bien que mal à leur médiocre productivité actuelle.

Les avantages de la méthode sont multiples. Elle tient compte des habitudes culturales et coutumières des indigènes de la région et peut, de ce fait, être facilement adoptée par ceux-ci. Aussi longtemps qu'il s'agira d'augmenter la superficie sous bananiers elle ne rencontrera aucune opposition de la part des chefs et des notables. La difficulté surgira peut-être le jour où il faudra couper les vieilles bananeraies mais d'ici là l'indigène aura pu se rendre compte qu'il est indispensable de les supprimer pour avoir suffisamment de champs à emblaver. Nous estimons en effet que l'opposition des indigènes à couper des bananiers provient du fait qu'on leur a toujours interdit d'étendre leurs bananeraies. D'après certains administrateurs territoriaux l'indigène ne s'oppose pas à mettre en culture ses anciennes bananeraies à condition qu'il lui soit permis de les remplacer par de nouvelles plantations.

Au point de vue climat on peut s'attendre que la multiplication des bananeraies régularise le régime des pluies. Le bananier est une plante très aqueuse, susceptible d'emmagasiner d'énormes réserves d'eau qui seront libérées partiellement au cours de la saison sèche.

Le sol sera protégé efficacement contre l'insolation par le couvert dense du bananier. L'examen, fait en saison sèche, de profils de savanes et de bananeraies est édifiant à ce sujet. Le microclimat humide et frais qui existe dans toutes les bananeraies entravera efficacement la minéralisation des matières organiques et de l'humus. De plus, les détritus provenant des hommes, des animaux et des plantes enrichiront le sol en composés organiques et minéraux.

A l'encontre des autres plantes améliorantes, la jachère à bananiers est productive. L'entretien de la bananeraie se fera de lui-même lors de la cueillette des régimes et aucune contrainte ne devra être exercée sur l'indigène, ce qui n'est pas le cas pour les jachères à légumineuses.

L'effet améliorant de la jachère à bananiers entraînera progressivement une augmentation de la productivité des terres. Il sera donc possible de nourrir une population plus grande sur une même surface. L'utilisation de plantes hautement sélectionnées et plus exigeantes quant au sol pourra être envisagée. Il en découlera normalement une productivité plus grande par unité de surface.

Enfin, en ce qui concerne l'élevage du bétail il a été démontré, par des essais effectués à la Station de Lyamungu (Tanganyika Territory), que les stipes de bananiers, hachés, convenaient pour l'alimentation des bovins. L'abondance de bananiers dans le pays permettra d'envisager de nourrir le bétail pendant la saison sèche au moment où l'herbe est rare. Si cette pratique se généralise, les feux de brousse, qui ont principalement pour but de donner une repousse rapide d'herbes tendres, perdra une de ses raisons d'être.

A côté de ces avantages quels sont les inconvénients de la jachère à bananiers. L'objection la plus courante qu'on fait à la production de la banane est qu'elle sert principalement à la fabrication de bière et qu'elle augmente ainsi l'alcoolisme chez le Noir.

Sans vouloir entrer dans une discussion médico-sociologique, remarquons tout d'abord que l'alcool est un aliment (BIGWOOD et TROLLI (1), TIHON (14). Aliment cher, nous le voulons bien, mais aliment quand même. Le « pombe » est fabriqué à l'aide du jus de banane, additionné de malt de sorgho et de cendres. C'est en réalité une bouillie alcoolisée qui contient de l'amidon, des sucres, des protéines, des sels minéraux et des vitamines. Sa teneur en alcool est faible. Elle dépasse à peine 5 % d'alcool en volume. Une analyse de bière de banane, effectuée au laboratoire de chimie de Mulungu par A. DELVAUX, Docteur en Sciences Chimiques, a donné les résultats suivants :

	1er jour	2me jour	3me jour	4me jour	6me jour
Densité					
Alcool en poids	1.022	1.019	1.007	1.007	1.006
» en volume	1.94	2.94	4.—	4.31	3.41
Sucres réducteurs en maltose	2.34	3.69	5.—	5.39	4.27
» après inversion (exprimés en intervertis	5.—	1.66-1.73	1.33-1.37	0.57-0.58	0.08
» totaux		0.57-0.58	0.39-0 41	0.14-0.15	0.095
		2.33-2.31	1.72-1.78	1.71-0.73	0.015

Acidité totale après six jours: 10.5 cc. NaOH N/100 cc.
» volatile » » » 2.46 cc. NaOH N/100 cc.
» exprimée en acide acétique: 0.15 %.

Il est connu qu'un homme bien nourri peut supporter impunément une dose d'alcool plus élevée qu'un individu sous-alimenté. Tout se résume donc à donner à l'indigène une nourriture abondante et la jachère sous bananiers nous semble le moyen tout indiqué pour arriver à ce résultat. De plus en utilisant, là où la chose est possible, des bananiers à farine, l'objection que la jachère à bananiers augmentera l'ivognerie chez le noir, tombera d'elle-même.

On nous a également objecté que les bananeraies doivent être établies sur très bons sols et recevoir une fumure abondante. D'après notre expérience, le bananier s'accommode facilement d'une terre moyenne. Il y pousse très bien, s'il fait l'objet d'un minimum de soins culturaux.

D'après TONDEUR (17), le tonnage de bananes susceptibles d'être produit dans le pays, si la jachère à bananiers était généralisée, équivaudrait à 40 fois le tonnage total des vivres actuellement cultivés. Ceci permettrait de passer du stade de semi-disette chronique, régnant dans la région, à une situation pléthorique qui rendrait possible l'exportation de vivres sous forme de farine de banane. Il faudrait alors étudier l'utilisation de celle-ci comme matière première d'industries à créer.

Il va de soi que des expériences de longue durée seront nécessaires pour éprouver la valeur de la jachère à bananiers Un essai est en cours à la Station de Mulungu. Un autre sera entrepris d'ici peu en milieu indigène.

Mulungu, le 30 septembre 1948.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIGWOOD, E. et TROLLI, G. — *Problème de l'alimentation au Congo Belge*. Rapport du IIe Congrès international de la Société Scientifique d'Hygiène alimentaire Paris, 25 octobre 1937

2. COLLEAUX, L — *La lutte contre la degradation des terres en territoire de Kabare*. Comptes rendus Semaine Agricole Yangambi. Communication n° 103, pp. 266-289, 1947

3. DECRAENE. — *Considérations agricoles sur la région de Mahagi*. Imprimerie du Kivu, 1944.

4. IDEM. — *De la jachere en verger* Comptes rendus Semaine agricole Yangambi. Communication n° 15, pp. 199-207, 1947.

5. EECKHOUT, L. — *Erosion, conservation du sol, saturation du sol, déplacements de populations au Kivu* Rapport inédit.

6 GILLAIN, J — *L'élevage et le problème du sol au Congo Belge*. Comptes rendus Semaine agricole Yangambi. Communication n° 18, pp. 224-228, 1947.

7. HENDERICKX, J. — *Note sur la conservation de la fertilité des sols dans les cultures de haute altitude au Congo*. Comptes rendus Semaine agricole Yangambi. Communication n° 6, pp. 94-96, 1947.

8. Hendrickx, F. — *Plantes alimentaires et agriculture des régions d'altitude du Kivu.* Comptes rendus Semaine agricole Yangambi. Communication n° 74, pp. 385-392, 1947.

9. Jurion, F. — Rapport inédit.

10. Lebrun. — *Voyage botanique au Kivu.* Bull. Agr. Congo Belge, XXV, fasc. 4. pp. 529-566, 1934.

11. Michotte. — *Pour un programme de conservation des sols et d'amélioration des conditions de culture en milieu indigène de l'Ituri.* Courrier agricole d'Afrique, 25 mai 1944.

12. Pynaert, L. — *L'ambrevade. Bull. Agric. du Congo Belge,* XXIV, 4, pp. 459-474, 1933.

13. Stoffels, E. — *Réflexions sur l'agriculture.* Revue Agric. Col n° 3, pp. 1-19, 1945.

14. Idem. — *L'indigène et la rénovation de son agriculture en pays de montagne.* Rev. Agric. Col. n° 5.

15. Tihon, L. — *A propos de quelques boissons fermentées indigènes* Bull Agric Congo Belge, XXV, 1, pp. 128-134, 1934

16. Tondeur, G. — *L'agriculture indigène au Kivu.* Centre Afrique, 16 novembre 1944.

17. Idem. — In litt.

Note au sujet de la Conservation des Sols

par

P. LELOUX,

Ingénieur Agronome Lv.
Directeur de la Station expérimentale
de Kisozi (Urundi)

Au cours des dernières années, nous avons procédé à Kisozi, à un ensemble de travaux expérimentaux visant à la régénération des sols ou à la mise au point de techniques antiérosives

Nous donnons ci-après un résumé de ces recherches.

Il est à noter que la Station de Kisozi est située à 2.175 m. d'altitude, et que les sols y sont d'origine granitique.

I. — REGENERATION

Un essai de régénération en sol dégradé a été établi en 1933.

4 objets :

Acacia decurrens.

Cupressus.

Légumineuses arbustives · *Tephrosia-Indigofera-Cassia-Sesbania*.

Cytisus, *Pennisetum Benthami* (planté en 1937, en remplacement de *Lupinus luteus* cultivé les deux premières années).

4 répétitions d'un demi-hectare en moyenne

ACACIA DECURRENS :

a poussé assez rapidement, après une période critique assez courte, et a formé un couvert intéressant dans les premières années, arrêtant le ruissellement

Nuit fortement à la végétation environnante.

CYPRES :

lent durant les trois premières années; les plants sont malingres, à demi desséchés, laissant le sol trop dénudé. Les eaux de ruissellement doivent être arrêtées, comme précédemment, par des fossés aveugles.

A partir de la quatrième année, les plants se sont développés. Au cours des années suivantes la croissance a été plus rapide. Il pourrait être employé pour des jachères à très long terme.

Il y a lieu d'observer que dans les terres moins mauvaises, la croissance est bonne en général. Dans les plus vieux boisements (de 1930), le ravinement n'est pas complètement supprimé.

PENNISETUM BENTHAMI :

Dans les terrains trop appauvris, la croissance a naturellement laissé beaucoup à désirer. Il est à rejeter dans ce cas. Dans les parcelles moins mauvaises, il a couvert le sol après un an et demi; il a été recépé à deux ans.

Cette plante est intéressante pour la retenue des terres.

LEGUMINEUSES ARBUSTIVES :

Tephrosia : après un départ assez satisfaisant, les plants se sont desséchés, le sol n'est pas couvert. Les plants meurent.

Cassia didymobotrya : résultats insuffisants.

Sesbania : ne croît pas dans ces terrains.

Indigofera : trop peu d'intérêt.

Cytisus proliferus albus : c'est lui qui domine dans ces parcelles; il s'est ressemé naturellement. Couvre assez rapidement les mauvais terrains ameublis.

Des parcelles avaient été laissées en jachère naturelle.

L'installation de la végétation étant trop lente et le sol restant longtemps dénudé, un léger paillis y fut apporté et du *Pennisetum Benthami* planté par après.

Deux hectares où la végétation était nulle, où le lupin jaune ne poussait pas, ont été traités de cette façon :

paillis-apport de plantes arbustives de jachère naturelle, en fructification; après la croissance de ces plantes qui furent recépées, du pennisetum fut planté : on put obtenir ainsi une production de fourrage.

Dans les parcelles plantées en 1935 (4 objets ci-dessous) :

I. Un premier essai de mise en culture a été fait après *six ans*.

Après *Acacia decurrens :*

résultat nul.

Après *Cytisus :*

un peu moins mauvais, mais cependant sans aucune valeur.

Le maïs est resté en vie tandis qu'il a disparu après Black wattle.

II. Essai de mise en culture après sept ans.

Après Black wattle :

tout le bois fut brûlé (les troncs seuls exceptés).

semis de maïs : rendement : 400 kilos à l'hectare.

semis éleusine : 860 kilos à l'hectare.

Après *Cytisus :*

tout brûlé.

semis de maïs : rendement : 165 kilos à l'hectare.

semis éleusine : 500 à 630 kilos à l'hectare.

Dans ces parcelles, un nouveau semis, l'année suivante, n'a plus rien donné.

Essai de mise en culture après huit ans.

Tout fut brûlé, sauf les gros troncs.

Après Black wattle :

maïs : 600 kilos à l'hectare.

Après Cytisus :

maïs : rendement insignifiant.

Après Pennisetum :

maïs : 150 kilos à l'hectare.

Après Cyprès :

maïs : insignifiant.

Pommes de terre :

après Black wattle et *Cytisus :* rendement très médiocre, mais près du double après Black wattle.

Essai de mise en culture après dix ans.

Le meilleur rendement en éleusine fut obtenu dans une parcelle après Cyprès :

1.100 kilos à l'hectare.

ensuite :

après Black wattle :

600 kilos à l'hectare

après *Cytisus :*

500 kilos à l'hectare

après *Pennisetum :*

460 kilos à l'hectare.

Les conditions de Kisozi sont défavorables à la multiplication des microorganismes; les bases et spécialement la chaux, manquent dans le sol; la température moyenne est assez basse.

Un apport de cendres est nécessaire pour modifier la réaction du sol et sa teneur.

Les rendements ont été proportionnels à la quantité de cendres.

JACHERE ANNUELLE.

Naturelle ou avec *Crotalaria agathiflora.*

Essai établi chez les indigènes du paysannat : cinq répétitions dans les parcelles de 25 ares; moitié jachère naturelle, moitié Crotalaria.

La supériorité moyenne de récolte obtenue dans ces cinq champs, fut de l'ordre de 30 % pour le Crotalaria.

FUMURE VERTE :

Le lupin jaune est employé dans quelques petites parcelles, mais surtout le sarrasin : il permet de maintenir le sol couvert pendant une partie de la saison sèche.

II. — LUTTE ANTIEROSIVE

Les champs sont toujours de dimensions réduites : 1/4 ou 1/3 d'hectare au maximum; entourés de fossés et de haies de vétiver, en

general; retenus, lorsque c'est nécessaire, par des banquettes où l'on a planté du *Pennisetum Benthami*, du vétiver ou *Saccharum japonicum*.

On doit toujours tenir compte, dans l'aménagement des terrains, des possibilités d'essais comparatifs (plantes vivrières).

Dans une terre de 4 ha. 1/2, en pente, les parcelles ont 20 m. de largeur, des fossés et des haies les entourent, fossés avec petits barrages et branchages. Les résultats obtenus sont extrêmement intéressants dans ce terrain qui subissait de graves dégâts.

Dans une autre expérience, des haies de *Cytisus* ont favorisé la repousse de la végétation.

Dans les plantations arbustives, le paillis s'y trouve en permanence; dans les champs de culture, un paillis léger est étendu si le sol reste à nu (saison sèche).

Les terres pauvres, légères, de Kisozi, demandent un apport régulier et important d'éléments fertilisants.

La station dispose d'une centaine de têtes de gros bétail; celui-ci est logé dans des hangars où une litière très abondante permet d'obtenir un fumier très pailleux.

III. — ESSAIS DE FUMIERS ARTIFICIELS

Comparaison entre : Indore,
Adco,
Fumier de kraal.

Parcelles de 2 ares — 4 répétitions.

Les poids moyens obtenus ont été les suivants :

haricots/Témoin	....	8 kilos 870
Indore	. . . .	9 kilos 310
Adco	....	13 kilos 580
Fumier	....	26 kilos 510

Le froment a donné le même classement.

Un autre essai, établi par après, a confirmé la supériorité du fumier.

Prix de revient : l'Indore a coûté trois fois plus cher que le fumier.

Il est donc en tous points, préférable, dans les régions à bétail comme Kisozi, d'avoir un cheptel suffisamment important pour obtenir de grandes quantités de fumier.

IV. — ECOBUAGE

Un essai d'éleusine en terre de pâturages, comme cette culture est généralement pratiquée dans la région.

L'essai comprenait :

1. Ecobuage.
2. pas d'écobuage; mais apport de cendres.
3. Ni écobuage, ni apport de cendres.

Dans chacun de ces groupes, des parcelles avaient reçu diverses fumures.

Comme prévu, seuls les groupes I et II ont donné des récoltes. Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les parcelles avec fumier.

3° SECTION.
GROUPE III.

COMMUNICATION N° 146.

Systèmes culturaux applicables à la production de plantes annuelles en zone équatoriale congolaise

Note présentée par la Commission pour l'Etude de la Jachère du Centre de Recherches de Yangambi (*).

SOMMAIRE

I. — BUT DE LA PRESENTE NOTE

Définir une politique agricole en harmonie avec les facteurs de production et capable d'assurer une rentabilité maximale de la terre.

(*) MM. BERNARD, DE BILDERLING, D'HOORE, FOCAN, FRIPIAT, GERMAIN, GILBERT, HENRY, KUCZAROW, LAUDELOUT, LÉONARD, MULLER, OLDENHOVE DE GUERTECHIN.

II. — APERÇU ET EVOLUTION DES FACTEURS DE LA PRODUCTION EN AFRIQUE ET AU CONGO BELGE

A. — Le climat de la Cuvette centrale dans le cadre africain

On sait que la productivité agricole des régions tropicales dépend essentiellement des caractéristiques offertes par le climat. L'objet de cette partie est d'exposer les traits généraux du climat de la Cuvette centrale forestière. Nous situerons d'abord ce climat dans le cadre de la climatologie africaine.

La Cuvette centrale congolaise réalise l'exemple le plus typique d'un climat équatorial continental ayant comme végétation climax la forêt ombrophile.

Le caractère continental marqué du climat chaud et humide de la Cuvette est dû à la protection efficace de cette région contre toute influence océanique, amenée en ligne directe par les alizés. L'alizé N.-E. qui atteint la Cuvette congolaise est particulièrement sec. Selon sa provenance, il condense son humidité sur le flanc oriental du massif montagneux d'Ethiopie et sur la dorsale Congo-Nil; ou bien il s'assèche en traversant les immenses étendues désertiques de l'Arabie et du Soudan. Quant à l'alizé S.-E., bien que plus humide lorsqu'il aborde la côte orientale africaine, il perd rapidement son humidité par les pluies qu'il déverse sur les hauts plateaux du Sud-Africain.

Les seules influences océaniques qui se font sentir dans notre région sont de provenance atlantique. Le minimum barométrique régnant en permanence sur le Centre africain surchauffé crée un appel d'air atlantique qui se manifeste dans un vent de mousson humide soufflant du S.-W. au-dessus de la Cuvette. La direction et l'intensité de cette mousson varie saisonnièrement avec le balancement annuel de la posititon zénithale du soleil. Cependant, bien que méritant par son origine l'appellation de mousson, ce vent plutôt faible ne réalise nullement le trait climatique déterminant de la Cuvette. Le bilan suivant va nous en convaincre. Dans le cycle des précipitations au-dessus du bassin congolais, 22 % de l'eau précipitée annuellement retournent par le fleuve à l'Atlantique et sont donc d'origine océanique directe ou indirecte. Les 78 % restants appartiennent à un cycle intérieur continental d'évaporation et de précipitations sans cesse alternées. L'importance de ce chiffre traduit mieux que toutes autres données la grande autonomie climatique du bassin congolais et, partant, le caractère continental marqué de son climat. Régimes moyens des précipitations et de température relativement uniformes, pluies annuelles moyennes de 1.800 à 2.200 mm., nébulosité élevée atténuant beaucoup la radiation globale, précipitations d'averses orageuses très locales, à effectivité fort réduite par un sol trop perméable et par un pouvoir évaporant notable de l'atmosphère, forte variabilité annuelle de la distribution saisonnière des pluies, tels sont les caractères principaux de ce climat continental dans la bande forestière de la Cuvette la plus équa-

toriale et aussi la plus ombrophile. Celle-ci, à cheval sur l'équateur, est délimitée grosso modo par les parallèles de un degré nord et de deux degrés sud. Les conditions écoclimatiques sans être mauvaises n'y sont pas excellentes, surtout pour les plantes annuelles exigentes en lumière et en eau. En effet, une radiation relativement faible et une balance en eau parfois en déséquilibre ne réalisent pas des conditions idéales de croissance. Des périodes sèches d'un mois y ont même été observées.

Nous voici pourtant dans la partie privilégiée de la Cuvette congolaise. Or, de part et d'autre de cette bande forestière équatoriale et avec l'éloignement de celle-ci, ces conditions écoclimatiques qu'on ne peut qualifier de brillantes empirent. Aux limites forestières nord et sud, entre trois et quatre degrés de latitude, le régime des précipitations avec un à deux mois de saison sèche et un total annuel de 1.800 à 1.600 mm., prend déjà un caractère subéquatorial bien net.

Au delà des lisières de la forêt, le régime des précipitations, de subéquatorial devient progressivement subtropical. Ce changement de régime est très rapide dans l'hémiphère nord, à cause de l'élargissement notable du Continent et des influences sahariennes prépondérantes. L'isohyète des précipitations annuelles de 250 mm. se localise déjà vers le 15° parallèle nord, le long d'une ligne allant de Saint-Louis du Sénégal à Khartoum en passant par Tombouctou et le Tchad. Or, dans l'hémisphère sud, à cette même latitude de 15°, correspond l'isohyète de 1.000 mm.

C'est pourtant dans l'hémisphère nord de l'Afrique, que se rencontrent en bordure de l'Océan atlantique les climats africains les plus humides. Conclusion paradoxale, ces climats côtiers très ombrophiles doivent leur existence à l'immense désert du Sahara. En effet, pendant l'été, les hautes températures du Centre africain, de l'ordre de 35° C. de moyenne diurne, engendrent une puissante mousson, fortement humidifiée par la haute évaporation au-dessus du contre-courant guinéen chaud. Cette mousson forcée à s'élever, déverse sur la région côtière des précipitations extraordinairement élevées. C'est le cas pour la côte allant de la Guinée française au Sierra-Leone et pour la région littorale de la Nigérie et du Cameroun qui se situe au fond du golfe de Guinée. Conakry reçoit en moyenne pour juillet et août 2.600 mm. d'eau; Freetown, 1.800 mm.; Debundja, 3.000 mm.

Bien que connaissant une saison sèche hivernale de quatre à cinq mois, ces climats de mousson jouissent, grâce à l'énormité de leurs pluies estivales, d'une ombrophilie nettement supérieure à celle de la Cuvette. THORNTHWAITE a classé les climats du Globe selon un indice de précipitations effectives, écologiquement satisfaisant. Cet indice est défini par la somme, étendue aux douze mois de l'année, d'une expression approchée du rapport mensuel Précipitations/Evaporation :

$$\frac{P}{E} = 1.645 \left[\frac{P \text{ mm.}}{T + 12{,}2}\right]^{\frac{10}{9}}$$

Cette expression a été établie empiriquement à partir de données climatiques recueillies aux Etats-Unis. Elle offre le grand intérêt d'être calculable pour toute station observant uniquement les régimes des précipitations et de la température.

THORNTHWAITE répartit ensuite les climats chauds du Globe selon leur degré d'humidité en cinq groupes définis comme suit :

Classe climatique	Indice I	Végétation-climax
A = superhumid	128 < I	Rain forest
B = humid	64 < I < 127	Forest
C = subhumid	32 < I < 63	Grassland
D = semiarid	16 < I < 31	Steppe
E = arid	0 < I < 15	Desert

L'indice de Thornthwaite a été calculé pour la Cuvette congolaise. Sa valeur à Yangambi est de 100. Pour Boende station la plus arrosée de la Cuvette, l'indice I atteint seulement 110. Les indices moyens calculés pour plusieurs stations de la bande forestière équatoriale, de la lisière nord et de la lisière sud, sont respectivement 95, 87 et 82. Ces chiffres montrent que l'entièreté de la Cuvette appartient nettement, au point de vue de son ombrophilie, à la seconde classe climatique de Thornthwaite. Seules les régions côtières atlantiques citées, qui jouissent d'un climat de mousson fort accentué appartiennent en Afrique à la classe A d'ombrophilie. Mais ces régions couvrent seulement 1 % de la superficie du continent.

Le tableau ci-dessous, établi d'après Thornthwaite, montre l'étendue, en milliers de kilomètres carrés, des climats A et B dans divers continents.

Climat	Afrique	Amérique du Sud	Amérique du Nord	Asie
A	275	526	453	2023
B	4890	8436	3727	3670
Total	5165	8962	4180	5693

On remarquera surtout l'importance des 2 millions de kilomètres carrés de climats A du continent asiatique. C'est dans ces climats chauds et humides de l'Asie que se rencontrent comme nous allons le montrer les conditions écoclimatiques les plus favorables aux cultures tropicales.

B. — **Le sol et la végétation du Congo belge dans le cadre africain**

A part de rares exceptions, l'Afrique est un continent physiologiquement sec et ce desséchement accentue ses effets. Nous ne faisons pas allusion au Sahara qui est d'origine paléoclimatique et dont l'action se fait sentir sur le pourtour en agrandissant la steppe qui l'environne : d'après STEBBINC, le Sahara avancerait d'un kilomètre par an. Ce phénomène est surtout dû à l'homme détruisant insconsciemment une végétation dont le maintien dans les conditions actuelles du climat est précaire. Dans le Nord de l'Afrique, l'Atlas se déboise de plus en plus. Mais c'est surtout plus près dans les territoires Nord de l'A.E. F., dans l'Uganda que la question devient plus grave, où les massifs de forêt tropophile se réduisent de plus en plus. Beaucoup de terres de ces régions possèdent un potentiel de production élevé, soit de par leur origine géologique, soit du fait de l'accumulation de réserves; il ne leur manque qu'une chose : l'eau.

Au Congo Belge, la question quoique moins grave doit pourtant être examinée sérieusement. Du point de vue physionomique, nous pouvons y distinguer trois grandes régions :

1) la zone des montagnes;
2) la zone tropicale, s'étendant au Nord, à l'Est et au Sud de la Cuvette;
3) la zone équatoriale, occupée par la forêt ombrophile.

Dans la zone montagneuse, l'origine et la composition de la roche-mère a une action primordiale sur la fertilité des sols. Cette région densément occupée, à populations souvent pastorales, a vu, en maints endroits diminuer les possibilités agricoles du fait de la disparition du facteur tempérant : la végétation ligneuse. Ce déboisement est rapide, ses effets ne sont pas seulement d'ordre physique, mais également économique.

La rétrogradation des sols est fonction de leur origine, de leur situation — altitude, exposition — et du traitement qu'ils ont dû subir. Dans les cas les moins favorables, nous assistons à la formation d'un illuvium donnant naissance à un horizon induré, préjudiciable à l'économie en eau.

Actuellement, un effort a été réalisé en vue de recréer l'ambiance boisée : ces terres étant à vocation forestière, beaucoup se couvrent d'éléments ligneux dès que cesse l'action des agents destructeurs. Le recrû naturel qui s'installe petit à petit reforme mieux la couche arable que les diverses essences exotiques employées

Du point de vue agricole, c'est dans cette zone que l'étude de la jachère raccourcie ou de la culture permanente se pose avec le plus d'acuité.

Dans la zone tropicale, nous assistons aux mêmes phénomènes de rétrogradation du manteau forestier mais avec des conséquences, vu

les conditions du climat, plus néfastes pour le sol. Dans le Nord, les dalles latéritiques fossiles faisant suite aux « bovés » de l'Afrique française sont mises à nu par l'érosion et rendent des régions entières impropres à une agriculture rentable. Le retour d'une végétation forestière est cependant encore possible dans les cantons qui n'ont pas trop souffert de l'érosion et dès que cesse l'action anthropique. En se rapprochant davantage de la zone à forêt ombrophile, l'influence néfaste de l'homme ne s'est pas toujours marquée avec la même gravité, cependant des exemples existent (Buta, Ubangi).

Dans le Sud, les sables du Kalahari couvrant les plateaux du Kwango n'ont permis que l'installation d'une maigre savane, excepté là où l'économie d'eau est plus favorable. Le Lomami est plus favorisé et les régions avoisinant le rail ont été et sont encore le grenier du Katanga. Les argiles rouges latéritiques ne supportent pas indéfiniment la culture sans jachère ou amendement et dans certains endroits la production rétrograde, suite à un trop rapide retour sur la même sole. La répartition des pluies au cours de l'année et la rétention de l'eau dans les sols lourds sont des obstacles à la culture de certaines plantes pérennes: caféiers au Lomami (FOCAN) et dans la région d'Aba. Par contre, pour les terres légères les plantes saisonnières sont souvent défavorisées par les anomalies du climat.

La zone de la forêt ombrophile couvre des terres de composition bien diverse, depuis les sables jusqu'aux sols argileux à concrétions limoniteuses. Ces sols, ont des potentiels agricoles inégaux et devront être traités différemment. Ici, le complexe sol-végétation est en équilibre grâce aux facteurs du climat et à une occupation anthropique généralement moins dense en certains endroits. Dans les régions basses du confluent Congo-Ubangui-Ruki, les sols cultivables sont rares du fait de la physiographie. La zone des plateaux qui les entoure se montre plus favorable. Dans la région de Yangambi, la différenciation des types de sols est très marquée : terres de plateaux sablonno-argileuses à bilan d'eau déficitaire, alluvions sablonneuses et dépôts argileux à humidité plus favorable. Les plateaux ne devraient être occupés que par la forêt et les grandes plantes économiques, tandis que la culture des plantes annuelles devrait se déplacer vers les fonds, où une humidité plus favorable permettrait une exploitation continue. Le potentiel forestier de cette région est un trésor pour l'avenir. Faisons remarquer que la bordure de cette zone qui a déjà subi pas mal de dévastations devrait être surveillée de près et ne pourvoir du moins actuellement qu'à son propre ravitaillement en vivres.

III. — COMPARAISON DES FACTEURS DE PRODUCTION AFRICAINS AVEC CEUX D'AUTRES REGIONS

A. — Le climat de la Cuvette centrale dans le cadre des climats tropicaux

Si on examine la carte des climats du Globe de THORNTHWAITE, on constate que les climats chauds de degré d'ombrophilie A et B sont tous des climats de mousson localisés aux bandes continentales côtières, à l'exception des deux bassins congolais et amazonien. Signalons qu'en plus des régions africaines, l'Amérique centrale, la côte des Guyanes, la côte orientale de Madagascar, la côte occidentale de l'Inde et Ceylan, toute la côte asiatique depuis le delta du Gange jusqu'au Tonkin et enfin, l'entièreté des Indes néerlandaises jouissent de climats de mousson dont les caractères s'amplifient ou s'atténuent selon les facteurs géographiques.

Nous venons de dire que la Cuvette centrale congolaise et le Bassin amazonien font seuls exception à cette règle. Nous avons déjà montré le caractère continental marqué du climat équatorial congolais. Bien qu'appartenant au même groupe B d'ombrophilie, le climat du Bassin amazonien est nettement moins continental. L'alizé du S.-E., renforcé par un effet de mousson, pénètre profondément au-dessus du Bassin durant l'été de l'hémisphère Sud. Par contre, les mois de juillet à octobre y sont en général assez secs. Cependant, la côte atlantique, de l'embouchure de l'Orénoque à Belleno et tout le Haut-Amazone, reçoivent des précipitations annuelles supérieures à 3 mètres. L'indice de Thornthwaite, calculé pour 7 stations du Bassin, atteint en moyenne 120. La valeur moyenne de l'indice pour la Cuvette centrale n'est que 90. La différence d'ombrophilie est donc nette.

C'est en Asie tropicale que règnent par excellence les climats de mousson les mieux caractérisés. Les régions les plus peuplées de l'Asie chaude et humide appartiennent à ce type climatique. Montrons pourquoi ce dernier est en effet le plus favorable qui soit pour l'épanouissement des cultures vivrières tropicales. On sait qu'un climat de mousson résulte d'une alternance saisonnière de la direction des vents qui soufflent durant l'été de l'Océan vers les masses continentales surchauffées et, au cours de l'hiver, du Continent plus froid vers l'Océan. La mousson humide d'été, nous l'avons dit, condense des pluies très abondantes sur les côtes qu'elle attaque de front et qui sont bordées de chaînes montagneuses la forçant à s'élever. La mousson d'hiver est au contraire un vent sec et froid qui amène sur ces côtes une sécheresse marquée.

Pour les plantes alimentaires tropicales dont le cycle de culture varie de quatre à six mois, ces climats à saisons bien tranchées sont

les plus avantageux; pluies très abondantes et hautes températures pendant la période de croissance, sécheresse atmosphérique élevée, associée à une forte luminosité au cours des périodes de maturité et de récolte. La plante, de la germination à la récolte, jouit donc de conditions écoclimatiques optimales.

Il est loin d'en être ainsi en Cuvette centrale. Les 2 mètres de précipitations annuelles voient leur effectivité déjà fortement réduite par la régularité de leur distribution dans l'année. Les mois les plus humides n'y reçoivent en moyenne que 200 à 250 mm. de pluie. Les hauteurs moyennes des précipitations pour les mois les plus humides des climats de mousson sont beaucoup plus élevées. Elles oscillent selon les stations entre 300 et 1.000 mm. Des moyennes mensuelles comprises entre 350 et 500 mm. y sont normales. Mais pour les cultures vi vrières, la somme de l'indice mensuel de Thornthwaite, pour les six mois consécutifs de l'année les plus humides, est encore plus significative. Cette somme reste comprise en Cuvette centrale entre 50 et 60. Dans les climats de mousson, cet indice semi-mensuel varie entre 60 et 150. Certaines stations qui reçoivent des précipitations annuelles assez faibles, comprises entre 1.000 et 1.500 mm., continuent à jouir d'un indice semi-annuel comparable à ceux de la Cuvette.

Ces climats de mousson, lorsqu'un caractère plus maritime et une position équatoriale atténuent leurs contrastes saisonniers, sont aussi les climats de plus haute productivité pour les plantes de grande culture. C'est le cas pour Ceylan, la Malaisie, Java, la région Nord orientale de Sumatra, contrées où les grandes cultures tropicales ont reçu une énorme extension. Ces régions jouissent d'une hauteur annuelle de précipitations variant entre 2.000 et 4.000 mm. L'insolation annuelle varie entre 2.000 et 2.500 heures. La durée d'insolation correspondante pour la Cuvette est de l'ordre de 2.000 heures. Dans les régions littorales où se sont installées les grandes cultures de plantes mégathermes, la moyenne annuelle de la température de l'air dépasse 26° C. La température moyenne des mois les plus chauds y varie même souvent entre 27° et 30° C. Les chiffres correspondants pour la Cuvette sont 24°5 C. pour la température annuelle moyenne et 25°5 C. en mars, mois le plus chaud de l'année. Les hautes températures moyennes des régions littorales de la zone tropicale asiatique s'expliquent par les minima diurnes très élevés de la température. Les minima moyens annuels y sont en effet de l'ordre de 21 à 23° contre 19°5 à Yangambi. Les causes de ces différences tiennent dans l'altitude de la Cuvette centrale qui, comprise entre 320 et 500 m., suffit à abaisser la température de l'air de 2 à 3°. Il en résulte aussi des différences sensibles de la température du sol. La moyenne annuelle de la température à 130 cm. de profondeur est en Malaisie de l'ordre de 29° contre 26°5 à Yangambi. Enfin, le pouvoir évaporant de l'atmosphère est plus notable dans

ces régions plus ensoleillées et à climat maritime. On voit ainsi que, comparativement à la Cuvette centrale, les climats de mousson et maritimes de l'Asie gardent tous les avantages propres à assurer une haute productivité agricole. Au contraire, la Cuvette congolaise se caractérise par un écoclimat qui, sans être franchement mauvais, reste pour l'agriculutre tropicale au voisinage du seuil écoclimatique minimum.

Il faut remarquer en terminant que les considérations précédentes restent purement climatiques. Elles négligent l'édaphisme et ne prennent ainsi toute leur valeur que pour les régions de terre ferme. Or, dans les contrées tropicales où la culture irriguée est à la fois possible et nécessaire, une luminosité exceptionnelle, une grande sécheresse de l'atmosphère, de hautes températures, réalisent avec l'édaphisme des conditions idéales de productivité pour certaines espèces.

B. — **Le sol et la végétation**

Certains auteurs admettent qu'un tiers de la population du monde se nourrit sur les alluvions, produits de l'érosion. Il n'en reste pas moins vrai que le restant vit du sol en place.

Dans de nombreux cas et particulièrement aux tropiques le complexe climat-végétation-sol détermine la fertilité de la terre.

En Extrême-Orient, Java, plus densément peuplée que la Belgique doit sa fertilité, outre les pluies abondantes, aux terres d'origine volcanique qui couvrent une grande partie de l'île. Les cultures principales, le riz, la canne à sucre, profitent d'une utilisation raisonnée de l'eau. Le rôle de la forêt dans le maintien de cette fertilité se réduit à l'approvisionnement et la régularisation du débit des sources. Ce rôle est des plus importants quand on compare les régions tributaires du District des Preangar encore boisé à certaines régions du Centre où la déforestation est très poussée : ici la disparition du manteau forestier se marque chaque année par des débours énormes que nécessite l'entretien des travaux d'irrigation.

Par contre, à Sumatra, du fait d'une population moins dense et d'une topographie spéciale, une plus grande étendue de forêt s'est maintenue. Dans le Nord, dans les Bataklanden l'influence anthropique se marque par les étendues d'Imperata qui couvrent actuellement les tuffs liparitiques malgré un régime de précipitations plus favorable que celui de nos régions. Dans le Sud-Est, dans les terres alluvionnaires de compositions diverses le problème du ladang se pose avec acuité : perte de fertilité. Il est à remarquer qu'à Sumatra, à part une infime partie de rizières irriguées, une nombreuse population tire sa subsistance des atterrissements fluviatiles, périodiquement ou non inondés.

En Indochine, des terres originellement riches provenant de la décomposition de basaltes ont été dégradées par l'homme au point que les formations forestières ne peuvent s'y reconstituer. Cependant que les sols d'origine calcaire, du fait d'une topographie plus accidentée, ont maintenu leur potentiel.

Aux Indes anglaises, bien qu'une grande partie de la population se nourisse des terres alluvionnaires des deltas, la « shifting cultivation » n'exerce pas moins son effet dévastateur sur la végétation et le sol. Le regroupement des populations sur les terres aptes à subir une culture continue a eu d'heureux effets tant sur la pérennité du potentiel de productivité que sur le rendement propre.

Au Brésil, malgré des conditions de climat notablement plus favorables qu'au Congo belge et des sols en grande partie supérieurs, la situation devient critique. En 1938, O. COSTE attirait l'attention sur l'effet de la culture du caféier sur la dégradation des sols : en quinze-vingt ans le sol devenait improductif et l'ancienne forêt remplacée par des savanes de « Capinu gordura », graminée peu appétée. L'auteur estimait que le Brésil pouvait encore disposer pendant cinquante à cent ans de terres forestières. En 1942, SETZER, en comparant les recensements 1920-1940, signale que sur 70 % des terrains, correspondant aux terres fortement cultivées, aucune augmentation de population n'a eu lieu, tandis que sur les 30 % restants, terres peu ou pas exploitées, la population a augmenté de 200 à 300 %, ce fait étant dû à la migration des populations rurales vers les terres nouvelles. Et l'auteur d'ajouter, que durant les vingt dernières années la saison sèche est devenue plus longue et la saison des pluies plus courte et les précipitations plus intenses, causant de ce fait une plus grande érosion

IV. — **IMPORTANCE DU MANTEAU FORESTIER**

Voyons maintenant l'influence que pourrait avoir la régression des formations forestières en zone tropicale et même équatoriale.

A. — **Action de la forêt sur le climat**

L'influence de la forêt sur la quantité de pluies, qui fut longtemps accréditée, n'a plus à l'heure actuelle de défenseurs. Notons que le caractère local des précipitations rend les observations très délicates : pour la région de l'entre Aruwimi-Congo, elles augmentent du fleuve vers l'intérieur. Signalons encore qu'à Yangambi — Poste sélection — en 1936, alors que la surface découverte ou couverte de jeunes plantations était au maximum, nous assistions souvent à des orages qui contournaient le poste pour se déverser sur la forêt voisine.

Cependant, l'influence de la forêt sur la répartition des pluies semble admise et notamment pour la côte orientale de Sumatra. Une diminution des jours pluvieux pourrait avoir pour les terres de plateau de notre région, déjà physiologiquement sèches, des répercussions néfastes.

L'évaporation directe du sol est certainement moins élevée sous forêt. L'évaporation totale ne doit pas être sensiblement différente de celle des terres sous culture.

La présence du manteau forestier a une action certaine sur l'humidité atmosphérique et sur les précipitations occultes, sa disparition pourrait être préjudiciable aux cultures de plantes alimentaires spéciales aux régions forestières.

La température est plus élevée en dehors de la forêt, mais ce facteur ne peut avoir une influence écologique dans le cas qui nous occupe.

B. — **Action de la forêt sur le sol**

1. L'EAU ARRIVANT AU SOL.

La forêt par son écran intercepte une grande partie des pluies qui arrivent au sol avec moins de violence et sont réparties sur une plus longue période. La couche de feuilles mortes s'oppose au battage des terres et de plus retient une importante quantité d'eau, diminuant ainsi le ruissellement et son corollaire l'érosion. Un microruissellement existe en forêt et la concentration de matières organiques dans les dépressions pourrait en partie expliquer l'hétérogénéité de nos terres et les difficultés d'échantillonnage. Les recrûs secondaires avec leur couverture végétale s'étageant en profondeur ont le plus d'action.

2. ENRICHISSEMENT DU SOL EN EAU.

L'étude du bilan de l'eau entre terres boisées et non recouvertes de formations ligneuses sera entreprise incessamment. La percolation sous plantation claire a fait l'objet d'une étude d'où ressort l'importance minime des fortes averses (15)

3. LA STRUCTURE DU SOL.

La cultures des plantes telles que riz, maïs sur des terrains forestiers a pour résultat une modification de leurs propriétés physiques :

— augmentation du facteur π.

— diminution de la relation colloïdes peptisés sur colloïdes totaux;

— diminution sensible de la couche peptisée;

— libération du fer mobile (7).

Les sols occupés par la forêt et plus spécialement par les recrûs secondaires se trouvent dans des conditions plus favorables quant à ces divers facteurs.

Dans les couches supérieures du sol forestier, on constate une augmentation maximale du pouvoir de rétention de l'eau et une diminution des forces rétentives. La culture de certaines graminées de jachère en augmentant notablement la quantité des colloïdes peptisés et la profondeur de cette couche pourrait dans les sols légers des plateaux amener une forte lixiviation. La perte de structure s'observe facilement dans nos sols qui reçoivent de fortes quantités de matières organiques (compost).

Sous forêt, les quantités de fer mobile sont relativement restreintes, en comparaison avec ce que l'on trouve sous certaines cultures.

Ces complexes ferrugineux mobiles peuvent entrer dans le complexe sorbant du sol et en modifier les propriétés; ils peuvent donner lieu à des horizons d'induration par migration et minéralisation subséquente; ils peuvent aussi se modifier en hydroxydes de fer colloïdaux, qui diminuent le caractère électro-négatif du complexe sorbant : il en résulte une diminution du pouvoir d'adsorption pour bases et un accroissement du pouvoir de fixation pour les anions tels que phosphates par exemple (7).

La réaction rapide des terres de plateau aux divers modes de traitement et de culture semble démontrer l'état d'instabilité — en quelque sorte le manque de volant — de celle-ci. Cette constatation milite en faveur d'une prudence extrême dans l'application de nouvelles méthodes.

4. LA FERTILITE DU SOL.

Il est difficile à l'heure actuelle de définir l'importance des facteurs physiques et chimiques, et nous entendons par fertilité le complexe résultant des divers facteurs aptes à maintenir un potentiel de productivité.

Du fait d'une rhizosphère plus développée en profondeur, la forêt est donc la plus apte à accumuler en surface les matières minérales nécessaires à la croissance des plantes.

D'autre part, d'après le paragraphe précédent, les sols forestiers feraient le mieux profiter les cultures d'un apport d'engrais minéraux.

C. — **Rôle économique de la forêt**

La consommation intérieure du bois d'œuvre va en augmentant d'une façon continue et dans le monde la pénurie s'en fait sentir chaque jour davantage. Il nous faut donc assurer une aire forestière suffisante.

Les régions situées près des ports d'embarquement se montrent les plus intéressantes, mais l'orientation vers d'autres spéculations rétrécit encore l'étendue des massifs boisés (élevage dans le Bas-Congo et le déboisement des galeries forestières). Les forêts de la cuvette n'ont qu'un potentiel actuel peu élevé et c'est ici qu'un aménagement devrait être appliqué qui permettrait l'exploitation tout en assurant pour le futur une source de richesse. Dans cet ordre d'idées, l'amélioration de la jachère par l'introduction d'espèces précieuses pourrait jouer un certain rôle.

La forêt est une formation en harmonie avec les conditions du milieu de la cuvette centrale, de sorte que sa disparition sur de grandes étendues pourrait avoir une répercussion désavantageuse sur le climat, le sol et le potentiel de production. Les sols couverts par la forêt n'ont, dans beaucoup de cas, qu'une fertilité extrinsèque due au couvert et qui décline rapidement quand les effets de celui-ci disparaissent (culture du tabac dans la région de Delhi). La jachère forestière est nécessaire pour éviter certaines maladies, tels la virose du tabac dans l'Est de Sumatra, et le wilt qui affecte le cotonnier au Congo.

V — NECESSITE D'UNE AGRICULTURE CONSERVATRICE

Des paragraphes précédents, il résulte qu'à part des régions à sols exceptionnellement fertiles et à alimentation en eau abondante et régulière (Java, Philippines, deltas du Gange et du Nil), l'application d'une agriculture irraisonnée a stérilisié les possibilités de production. L'application des méthodes modernes, notamment la mécanisation, porte également une lourde responsabilité dans la dégradation des terres des régions où les facteurs du climat sont relativement moins violents que dans nos contrées : Etats-Unis d'Amérique. La mise en culture de grandes étendues nécessitant l'emploi de machines, même élémentaires, telles que la charrue, a provoqué également au Congo de sérieuses dévastations (Nioka, Ituri). Nous ne voulons pas rejeter l'emploi de machines, au contraire; certaines réalisations (Moerbeke), semblent prouver la possibilité d'un emploi raisonnable dans des conditions déterminées.

Même les cultures pratiquées avec des moyens rudimentaires mais dans des conditions inadéquates (Yangambi P. V., Mapolo), ont amené un fléchissement de fertilité du sol nécessitant un déplacement de la zone cultivée. Devant la grande inconnue, l'INEAC a prôné en milieu indigène une méthode qui, tout en étant d'une rentabilité au moins égale à celle des méthodes primitives, assurait la pérennité des cultures. Ce système ne heurtant pas les conceptions sociales de l'in-

digène, a été accepté spontanément et permet une évolution de la technique agricole.

Dans les conditions actuelles de pénurie de main-d'œuvre et de déficit de production dans le monde, qui va s'accroissant, la nécessité d'augmenter le rendement individuel est un devoir d'humanité.

Nous exposerons dans la suite les diverses méthodes culturales en application et les modalités apportées ou à apporter afin d'atteindre ce but.

Dans ce sens, il y aurait intérêt à abandonner, là où cela est possible, le système semi-nomade de la « shifting cultivation » et à faire de nos indigènes des cultivateurs fixés sur une terre familiale et pratiquant une agriculture strictement conservatrice.

VI. — DEMARCATION DE LA ZONE DE PRODUCTION POUR L'EXPORTATION VERS LES MARCHES EXTERIEURS OU INTERIEURS

La zone forestière congolaise étant encore en équilibre avec les conditions du milieu, semble être pour le moment la seule zone intéressante pour les cultures d'exportation. En effet, du fait de certaines cultures ou des méthodes culturales appliquées, les régions non occupées par la forêt ombrophile ont vu leur production tomber rapidement. Ceci était, dans maints cas, dû au manque de repos de la terre du fait d'un retour trop fréquent sur la même sole.

D'autre part, la cuvette centrale avec son immense réseau de voies fluviales est tout indiquée pour le transport économique des produits. Ce point de vue sous-entend toute une organisation des transports fluviaux — transports en vrac des produits, comme cela est déjà réalisé pour l'huile de palme — moyens mécaniques de transbordement, abris et silos pour la conservation des produits.

La physionomie de la cuvette centrale est très variée. Au point de vue topographique le pourtour est occupé par des plateaux surplombant parfois de plusieurs dizaines de mètres les rivières avoisinantes (Yangambi, Lisala). Vers le centre s'étend une vaste plaine, dans bien des cas marécageuse entrecoupée d'éminences de terre plus compacte. Cette physionomie ajoutée à la composition mécanique des sols et à la quantité de pluies annuelles, y crée des régions à potentiel différent. C'est ainsi que la région de Yangambi avec des terres du type sablonneux et une quantité de pluie d'environ 1.800 mm. par an se montre inférieure à certaines régions de la Haute-Tshuapa où des sols plus argileux et des pluies notablement plus élevées permettent un rendement plus élevé de la terre. A l'intérieur de ces grandes

zones, existent des régions à physionomie nettement tranchée sous la dépendance des conditions édaphiques.

Dans la région de Yangambi et au Sud d'Isangi, l'allure générale est celle d'un vaste plateau entrecoupé de parties alluviales, argileuses ou sablonneuses et des îles du fleuve Congo. Ce plateau se caractérise par un sol sablonno-argileux à allure nettement xérophytique : grande perméabilité du sol amenant une percolation intense vers la profondeur. Il est couvert de forêt de composition variée mais dont une grande partie est remaniée, soit de date récente (d'environ cinquante ans) ou plus ancienne. A voir l'allure de la forêt, les populations ont dû y être plus nombreuses qu'actuellement et s'y déplacer souvent.

Les alluvions sablonneuses à nappe phréatique plus proche de la surface que les terres des plateaux semblent actuellement être recherchées par les indigènes. Ceci est en partie dû à la modification du régime alimentaire : abandon de l'igname au profit du manioc. Signalons la culture des rives de l'Ubangi aux eaux basses. La culture des alluvions argileuses et autres terres marécageuses ne semble avoir tenté que sporadiquement l'agriculteur indigène, l'exploitation des îles aux terres riches, ne se limite qu'à quelques-unes d'entre elles. Beaucoup de ces endroits avec un minimum d'aménagement pourraient fournir des terres précieuses dont la fertilité est maintenue par une humidité permanente.

Ce rapide tableau permet de se rendre compte qu'il ne s'agira, en aucune façon, d'appliquer des méthodes et des cultures uniformes dans toute la zone. L'indigène, malgré des méthodes primitives de culture, s'en était rendu compte lui-même et ne disposait ses cultures qu'à bon escient. Ce procédé logique présentait le grand inconvénient de disperser les parcelles et de ne tirer du territoire qu'une minime source de profit.

PREMIERE PARTIE

ANALYSE DES SYSTEMES CULTURAUX INDIGENES ET EUROPEENS

Parmi les populations ayant cultivé la forêt, il nous est possible de distinguer deux grands groupes : les cultivateurs de graminées et ceux qui pratiquent d'autres cultures telles le manioc et le bananier. D'une façon générale, nous pouvons dire que les systèmes culturaux appliqués aux graminées ont été préjudiciables au manteau forestier dans la région de l'Ubangi et les centres de production rizicole tels Bumba, Aketi, Kindu, Lisala.

Le cultivateur de manioc, bananes, ignames, plantes mieux adaptées à l'ambiance forestière et permettant une plus rapide réinstallation d'un recrû, furent moins destructeurs et dans certains cas favorisèrent le retour d'essences précieuses (Ubangi, régénération d'Entandrophragma dans les plantations de bananes des Mongwandi). Ce système indigène, appelé système bantou, heurtait notre conception d'ordre et de méthode et nous en étions arrivés à faire appliquer par les indigènes les principes directeurs de l'agronomie des pays tempérés. La période de jachère, grand repos et perte de rendement dans le cycle de la rotation nous choquait, notre attention se porta sur le raccourcissement de la jachère par l'introduction de plantes régénératrices telles que les légumineuses ou autres. Ce procédé nous venait en droite ligne de zones plus favorisées que notre colonie et n'aboutit qu'à un rapide fléchissement de la fertilité du sol.

Notre action ne s'exerçait pas uniquement dans la direction de la culture, mais aussi dans l'introduction de plantes nouvelles cultivées dans des régions à facies différents des nôtres, suivant des procédés qui furent textuellement copiés ici (sarclage, nettoyage du coton, etc.).

Devant cette allure fléchissante des possibilités du territoire, les chercheurs de l'I.N.E.A.C. étudièrent plus soigneusement les principes d'agriculture des indigènes et, dans un but éducatif, groupèrent leurs champs dans des bandes d'orientation déterminées, dites couloirs Turumbu, première rationalisation des méthodes culturales indigènes.

a) Avantages et inconvénients du système bantou et des méthodes dérivées.

La méthode indigène en protégeant le sol des éléments de destruction avait l'avantage de permettre une rapide recolonisation de l'aire cultivée. Ces peuplements secondaires constitués d'essences à croissance rapide amenaient au sol de grandes quantités de matières organiques et avaient comme résultat de régénérer les bonnes qualités physiques et chimiques du sol. Ces forêts remaniées cultivées à une périodicité d'une quinzaine d'années gardaient au sol son potentiel

productif. Le grand inconvénient de cette méthode, inconvénient qui dans la formule de l'organisation indigène ne comptait guère, était la dispersion des parcelles et le long repos nécessaire pour que la terre reprenne son potentiel. La méthode des bandes alternées a remédié au premier inconvénient, mais le second n'en perdure pas moins.

La jachère forestière peut être considérée comme une perte sèche dans le cycle de rotation. Ne peut-on en obtenir un profit économique quelconque?

Il nous serait possible d'en tirer quelques ressources en plantant lors de l'abandon de la sole certaines essences à croissance rapide et à bois recherché tel que l'Ochroma — le Balsa — ou d'autres convenant pour la caisserie tels que l'Alstonia, le Terminalia, soit encore des espèces pour la fabrication de la cellulose ou pour la carbonisation.

Si la nécessité s'en fait sentir, il serait possible d'allonger la période de jachère en transformant le recrû en un peuplement de valeur. Lors de la mise en culture un certain nombre de sujets d'avenir seraient maintenus. Ils assureraient une régénération suffisante en attendant d'arriver à l'âge d'exploitabilité.

Le maintien de la jachère ligneuse à sa durée normale ou allongée dans le but d'en tirer un produit forestier n'en continue pas moins à faire peser sur l'agriculture indigène ses inconvénients et il serait logique d'en arriver à une formule où la relation $\frac{\text{durée culture}}{\text{durée repos}}$ serait plus élevée.

Comment allonger la durée du cycle cultural?

Un des premiers points les plus importants est l'application d'un assolement adéquat mais, dans le cadre actuel de l'agriculture indigène, ceci ne permettra pas un allongement indéfini de la période de culture.

Une cause primordiale dans le fléchissement de la production de nos terres congolaises est la faible teneur en azote. C'est dire que certains amendements tels que le fumier, compost ou autres matières organiques pourraient restituer au sol une partie de cet élément. Sans envisager les inconvénients qui pourraient résulter d'un apport massif de matières organiques : danger de lixiviation intense vers la profondeur, nous devons envisager le transport de cette énorme masse souvent très humide, transport impossible dans les conditions actuelles et qui suppose l'emploi d'engins mécaniques et des aménagements qui en résultent.

Vu la pauvreté originelle de nos sols on pourrait songer à l'application de matières minérales. Certains essais ne donnèrent que des résultats peu significatifs. Cependant ces derniers temps, l'application de certains produits tels l'hyperphosphate Reno a donné des résultats

encourageants dans quelques stations de l'I.N.E.A.C.: Gandajika et Rubona. Des essais préliminaires exécutés sur maïs à Yangambi en 1932 et 1933 à l'aide de nitrophosca à la dose de 100 Kg. à l'Ha. ont donné des résultats contradictoires. Appliqué en saisons de pluies déficientes (1932), l'objet a donné moins que le témoin (130 Kg./Ha.) tandis que par période pluvieuse normale (1933) l'objet était nettement supérieur. Cette constatation illustre encore l'importance de l'eau pour les terres de plateau.

Le résultat final de l'application de ces engrais minéraux reste problématique. La connaissance de nos sols est par trop incomplète pour étendre à la généralité les résultats positifs obtenus dans quelques cas exceptionnels. L'application en milieu indigène de fumure minérale dispendieuse ne peut être prise en considération vu l'état peu évolué de la masse.

Un autre moyen d'agir sur la relation $\frac{\text{durée culture}}{\text{durée repos}}$ serait de raccourcir la rotation par une plante adéquate permettant au recrû forestier de s'installer et d'occuper rapidement le sol. Une variante serait de supprimer certains stades évolutifs ou de hâter cette évolution en introduisant des fumures minérales dans la jachère. Cette application aurait l'avantage d'améliorer les conditions d'acidité du sol, de saturer le complexe et du fait d'une structure plus favorable d'augmenter la perméabilité et de mettre directement les plantes de culture dans un milieu plus adéquat.

Il serait peut-être possible d'améliorer les qualités du sol par la culture d'une *jachère dirigée*. Mais dans nos conditions, les jachères à base de manioc n'ont donné aucun résultat pratique. L'apport en matière minérale des différentes espèces ligneuses est variable. Signalons entre autres les quantités remarquables de silice apportées au sol par le feuillage du parasolier.

L'idée d'une jachère dirigée n'est pas nouvelle et dans les années antérieures de nombreux essais furent faits avec des légumineuses, soit rampantes, soit érigées. L'emploi de légumineuses rampantes au Congo Belge en tant que plantes de jachère n'a pas donné de résultats heureux. Soit, que la période de repos ne fut pas assez longue, soit que l'action des plantes en elles-mêmes fut minime. Actuellement, une légumineuse, le *Flemingia*, serait la seule apte à jouer un rôle dans nos terres de plateaux.

L'entretien d'une jachère ligneuse ou d'une jachère ligneuse dirigée dans le cycle de culture sera toujours un obstacle à la mécanisation quoique celle-ci ne doive être tentée qu'avec beaucoup de prudence. Dans le stade actuel, nous devons passer par une période de jachère qui dans le cas sera constituée d'éléments herbacés n'opposant aucun obstacle au labour mécanique. C'est dans cet espoir que

nous avons mis à l'étude diverses graminées capables de restaurer la fertilité du sol. L'épandage de matières minérales dans la friche à graminées aurait une action heureuse en neutralisant les inconvénients d'un apport massif de matière organique. De toute façon, l'apport de matières minérales semble plus intéressant dans la jachère que sur la culture principale.

Dans un stade d'évolution plus avancée, nous pourrions envisager une jachère pâturée, forme hautement rentable de la période de repos du sol. Nous attirons l'attention sur la prudence dans l'emploi des jachères à graminées : danger de lixiviation. Mais dans certains cas exceptionnels il n'est pas impossible d'en arriver à une culture continue par apport de matières organiques et d'eau, exemple, la cage d'hybridation des plantes saisonnières cultivées sans repos depuis 22 saisons.

Pour obvier au danger d'un apport excessif de matière organique par les graminées, il serait intéressant d'essayer un système mitigé entre la jachère à graminées et la jachère forestière, système qui comporterait surtout la possibilité de plusieurs rotations à graminées et en fin de cycle une longue jachère forestière à traiter par une méthode sylvicole.

Nous abordons le cas des alluvions sablonneuses situées aux bords des rivières. Le caractère xérophytique qui marque les sols des plateaux n'existe plus et peut donc modifier profondément notre système de culture. La jachère forestière pourrait y être écourtée. Ce sont à notre avis des endroits choisis pour des essais de mécanisation et d'application des méthodes à court cycle de repos de préférence avec fumure.

Dans les terres lourdes alluvionnaires, îles ou bords de rivières, la composition du sol, la proximité de l'eau en font des endroits de prédilection pour les essais de jachère à graminées avec ou sans pâture de bétail.

Les marais avec un minimum d'aménagement permettant un drainage en saison des basses eaux formeraient un sérieux apport pour la culture intensive de certaines plantes : riz irrigué, colocase.

Notre expérience de la mise en culture des îles est encore trop récente pour dissocier dans celles-ci soit l'influence de la composition mécanique, soit la hauteur du plan d'eau maximum, soit la période d'émersion.

Dans la seconde partie nous exposerons les constatations faites dans la région de Yangambi pour les cultures indigènes en relation avec le milieu.

DEUXIEME PARTIE.

I. — AIRE DE REPARTITION DES CULTURES EN FONCTION DU SOL ET DE LA TOPOGRAPHIE

Dans le tableau ci-joint sont données quelques caractéristiques des principales terres de la *région de Yangambi.*

Il ressort de ces analyses que les terres de plateau sont manifestement moins riches que les terres des vallées et à plus forte raison que les îles du fleuve.

Les alluvions sablonneuses sont avantagées par une macrostructure plus élevée et un plan d'eau profitant directement aux végétaux cultivés.

En ce qui concerne la fertilité des îles, nous remarquons que les îles jeunes à Echinochloa sont de loin supérieures aux îles anciennes déjà couvertes par une végétation arborée. Cependant, les inondations périodiques et les apports de matières fertilisantes y permettent une agriculture continue dans le temps.

A l'examen des considérations ci-dessus, nous pouvons définir l'aire de végétation des principales cultures dans nos régions.

L'arachide demande surtout un sol aéré, condition qu'elle trouve par ordre décroissant dans les îles, les sables de Lilanda et les terres de plateau. Ici cette plante n'est cultivable qu'en fin de rotation et de préférence après recrû du manioc ou du coix qui allège notablement le sol. L'influence de la quantité d'eau mise à la disposition de cette plante pendant sa végétation ressort nettement des différences des rendements obtenus dans les îles et sur les plateaux. A titre de comparaison, les rendements moyens observés pour A. 20 sont, sur les plateaux de Yangambi, de 1.100 Kg./Ha. et dans les îles de 2.075 à 2.097 Kg./Ha.

Pour le riz, les facteurs les plus importants sont l'eau et la matière minérale. L'essai de fumure exécuté à Yangambi en 1932-33 le prouve à suffisance. Du point de vue de ces facteurs, après les îles où ils sont suffisamment présents, nous pouvons classer en second lieu les terres de plateau ayant porté une forêt secondaire suffisamment riche; viennent ensuite les sables de Lilanda pauvres en matières minérales. Le coïx présente à peu près les mêmes exigences que le riz.

Le maïs, quoique « plante-réactif » idéale se montre moins exigeant. Il vient bien dans toutes les situations, sauf après forêt primaire. C'est une plante qui s'adapte bien au sol régénéré par graminées ou légumineuses.

Le bananier est une des plantes les plus exigeantes quant à l'eau et la matière organique. Sur les plateaux, les indigènes le cultivent de préférence dans les petites dépressions fraîches. Au point de vue exigence en eau, il y aurait lieu de revoir l'association : bananier en recrû

	Profondeur	ANALYSE PHYSIQUE — ANALYSE MECANIQUE (Texture) avec préparation				REGIME D'EAU				ANALYSE CHIMIQUE — BASES ECHANGEABLES				R^2O^3		P^2O^5		C %	pH (eau) 18°C
										NH^4Cl N/10		HCl N/20		HCl N/20		H^2SO^4 N/20			
		0 à 0.002	0.002 à 0.02	0.02 à 0.2	0.2 à 2 mm.	Porosité	Macro-structure	Eau capil. % vol	Eau capil. % poids	Y^1	Y^2	Y^1	Y^2	Y^1	Y^2	100 cc mg. 100 g	200 cc mg. 100 g		
Lilanda : Sable brun chocolat jaunissant en profondeur.	8	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	0.8	2.9	—	0.7	—	2.3	4.2	1.1	3.9
	25	5.4	0.9	2.5	91.2	35.0	8.2	26.8	15.6	—	—	0.6	—	1.0	—	3.0	4.0	0.4	6.0
	50	10.5	1.1	1.1	87.3	35.0	11.6	23.4	13.6	—	—	0.6	—	1.0	—	2.6	3.6	0.3	5.2
	70	—	—	—	—	35.0	9.2	25.8	15.0	—	—	0.1	—	1.8	—	2.3	3.5	0.3	4.95
	105	12.2	0.6	2.1	84.9	37.1	8.8	28.3	17.0	—	—	0.3	—	2.4	—	2.0	2.9	0.2	5.35
	150	—	—	—	—	36.0	11.4	24.6	14.5	—	—	0.3	—	2.5	—	2.0	3.6	0.3	4.95
Lilanda : Sable gris noir devenant gris clair en profondeur.	12	—	—	—	—	—	—	—	—	1.1	—	1.9	1.9	1.0	1.8	2.0	3.3	1.3	5.3
	25	7.9	1.9	3.8	87.0	36.2	13.4	22.8	13.5	1.0	—	1.2	1.4	1.5	2.0	1.3	—	0.7	5.4
	45	12.0	1.8	3.2	83.0	35.0	14.7	20.3	11.8	0.8	—	1.1	1.1	2.6	3.4	1.8	—	0.7	5.3
	60	15.0	1.7	4.0	79.3	33.6	16.2	22.4	13.8	0.4	—	0.4	0.4	3.3	4.0	1.0	—	0.6	5.4
	80	—	—	—	—	36.2	12.4	23.8	14.1	0.5	—	0.6	0.6	3.2	4.0	1.0	1.1	0.5	5.15
	105	16.3	1.7	3.0	80.0	36.2	9.8	26.4	15.6	0.8	—	0.5	0.6	2.9	3.2	1.1	—	0.3	4.9
	140	15.8	1.6	4.4	78.2	37.3	11.2	26.1	15.7	—	—	0.4	0.4	2.1	2.6	1.0	—	0.2	5.0
	180	—	—	—	—	32.8	8.9	23.9	13.4	—	—	0.4	0.4	2.3	2.6	0.9	—	0.2	5.0
Yangambi plateau	20	29.9		21.8	48.3	38.5	1.7	—	22.6	—	—	1.2	—	—	—	0.9	—	0.5	4.3
	40	41.4		16.8	41.8	33.2	1.0	—	20.8	—	—	1.2	—	—	—	0.5	—	0.4	4.1
	80	37.6		15.2	47.2	37.7	1.7	—	21.8	—	—	1.2	—	—	—	0.5	—	1.0	4.3
	120	33.6		16.7	49.7	39.2	3.7	—	22.6	—	—	1.2	—	—	—	0.6	—	0.2	4.6
	160	33.3		16.1	50.6	39.2	4.4	—	21.6	—	—	1.0	—	—	—	0.7	—	0.1	—
	200	34.9		16.8	48.3	39.6	4.7	—	21.8	—	—	1.0	—	—	—	0.6	—	0.1	4.8
Ile à Echinochloa.	3	38.7	30.7	18.4	12.2	—	—	—	—	—	—	18.7	—	2.5	—	3.7	—	3.2	7.5
	21	56.8	10.7	31.9	0.6	—	—	—	—	—	—	11.7	—	5.3	—	3.3	—	3.8	7.1
	33	41.8	26.4	30.1	1.7	—	—	—	—	—	—	13.7	—	5.6	—	4.0	—	3.5	5.8
	45	41.8	19.5	31.7	7.0	—	—	—	—	—	—	10.5	—	6.5	—	3.5	—	3.5	7.3
	57	0.6	0.5	5.4	95.5	—	—	—	—	—	—	1.3	—	0.8	—	2.8	—	0.1	5.8
	57	16.3	3.1	53.7	26.6	—	—	—	—	—	—	6.7	—	5.0	—	3.1	—	2.2	5.6
Ile à Alchornea.	10	76.1		23.3	0.6	—	—	—	—	—	—	8.0	—	7.2	—	3.0	—	3.0	5.6
	30	49.5	13.1	37.2	0.1	—	—	—	—	—	—	5.7	—	6.9	—	3.1	—	1.7	5.4
	60	64.6		34.2	1.2	—	—	—	—	—	—	5.7	—	4.8	—	3.3	—	0.9	5.3
	80	17.8	4.8	73.1	5.6	—	—	—	—	—	—	3.6	—	1.6	—	3.5	—	0.3	5.6
	100	17.8		79.4	2.4	—	—	—	—	—	—	3.8	—	2.1	—	3.3	—	0.4	5.7

N° Laboratoire	N° Prospection	Profondeur en cm.	ANALYSE PHYSIQUE — ANALYSE MECANIQUE avec préparation: 0 à 0.002	0.002 à 0.02	0.02 à 0.2	0.2 à 2 mm.	REGIME D'EAU: Porosité	Macrostructure	Eau capil. % vol.	Eau capil. % poids	ANALYSE CHIMIQUE: pH	C	P^2O^5 H^2SO^4 N/20	B.E. HCl N/20	R^2O^3
YAKELA = Sol lourd alluvionnaire I															
21.316	1	3	56.2		37.9	5.9	58 0	8.2	49.8	44.9	5.9	2.1	4.8	10.8	2.0
21.317	2	10	55.1		42.0	2 9	51 7	6.3	45.4	35.5	5.6	1.1	2.0	5.2	2.9
21.318	3	18	56.9		41.2	1.9	45.5	3.0	41.5	28.2	5.4	0.6	1.2	3.6	2.9
21.319	4	60	66.7		32.2	1.1	45.7	5.2	40.5	28.1	5.3	0.3	1.5	3.1	3.0
21.320	5	85	71.6		27.4	1.0	46.1	3.6	42.5	29.7	5.3	0.3	1 8	3.6	3.5
21.321	6	110	69.0		29.1	1 9	46.8	1.8	45.0	31.9	5.2	0.2	1.6	3.5	3.4
21.322	7	140	63.1		33.1	3.8	45.3	1.7	43.6	30.1	5.0	0.1	1.7	3.6	3.0
21.323	8	170	46.7		50.7	2 6	44 9	3.0	41.9	28.7	4.9	0.1	1.6	2.5	2.7
YAKELA = Sol lourd alluvionnaire IV															
21.333	1	3	44 0	18.9	35.1	2.0	59.6	9.1	50.9	47.6	4.8	2.1	2.5	11.5	2.3
21.334	2	11	37.9	20.7	39 4	2.0	51.7	6.0	45.7	35 7	4.9	1.0	1.3	5.4	3.5
21.335	3	25	40 8	22.4	37.1	0.7	43.8	2 5	41.3	27.7	4.9	0.6	1.0	4.0	3.3
21.336	4	40	46.6	20 3	32.6	0.5	44 9	4.6	40.3	27 6	4.7	0.4	1.1	2.7	4.7
21.337	5	60	53.1	18.2	28 1	0.5	46 8	5 8	41.0	29 1	4.7	0.4	1.1	2.7	3.8
21.338	6	120	52.1	21 2	26.3	0 4	48.3	3.1	45.2	33.0	4.7	0.2	1.4	3 1	3.7
21.339	7	180	45.1	21 7	33.1	0.1	46 4	1.0	45 4	32.0	4.7	0.1	1.7	2.4	3.0

manioc. Par ordre de préférence, il faudrait le cultiver dans les îles et les alluvions lourdes.

Vu les rendements obtenus en plateau, la culture du manioc peut être maintenue dans cette situation, les îles et les alluvions lui conviennent moins du fait du danger d'inondation temporaire. Dans l'économie actuelle, le manioc ne présente qu'un intérêt relatif pour l'exportation.

Parmi les plantes à fibres, la ramie possède une végétation luxuriante dans les îles, mais par suite d'inondations temporaires la plante ne parvient pas à terminer son cycle de végétation. Exigeant un sol lourd, il y aurait lieu de tenter les essais dans les alluvions argileuses non soumises aux crues périodiques.

Le Corchorus et l'Urena ne donnent sur les plateaux de Yangambi qu'une récolte peu intéressante du fait de l'état de sécheresse relative de ceux-ci. On ne peut envisager la culture de ces plantes que dans les endroits frais qui dans nos régions conviendront certainement mieux pour la production de plantes alimentaires.

L'Abroma se contente de sols moyens, ne produisant qu'une fibre de qualité secondaire, il y aurait lieu d'en réserver uniquement la culture aux plateaux où elle est une excellente plante de fin d'assolement en favorisant le retour du recrû forestier.

Le Sida rhombifolia convient également comme plante économique pour les plateaux.

Le tournesol ne donne d'excellents rendements que dans les sols légers à nappe phréatique élevée.

II. — QUELQUES INDICATIONS RESULTANT DE L'ETUDE DES ASSOLEMENTS

Considérations générales.

L'économie de l'assolement consiste à utiliser avec efficacité la fertilité de la terre restaurée par la jachère; elle doit tenir compte des variations saisonnières des facteurs écoclimatiques, de la nature du sol, de l'évolution de sa fertilité, des exigences et des propriétés particulières à chaque plante : taille, durée de végétation, vitesse de croissance, facilité de s'associer à d'autres cultures, incidence de cette plante sur la conservation de la fertilité.

C'est ainsi qu'au point de vue résistance à la sécheresse nous trouvons parmi les plantes vivrières toute une gamme d'exigences : le riz, l'arachide et le soja ont des coefficients de transpiration très élevés. Le maïs et le manioc sont moins exigeants à cet égard. L'igname supporte facilement de longues périodes de moindre pluviosité.

L'arachide, le soja et les ignames ne peuvent être cultivés qu'en culture pure.

Tandis que le maïs, le riz, le manioc et le bananier peuvent très bien s'associer si l'on utilise avec art les différences de vitesse de croissance. Certaines espèces détruisent la structure du sol, d'autres l'améliorent temporairement. Enfin, il y en a, tel le coïx, qui accumulent des quantités importantes de matière organique et relèvent sensiblement la fertilité du sol.

Il faut aussi tenir compte que certaines époques sont plus propices que d'autres aux travaux de défrichement, aux labours, aux semis et aux récoltes.

a) **Importance des facteurs climatiques.**

VALEURS DECADAIRES MOYENNES ET EXTREMES DU QUOTIENT PREC./EVAP. A YANGAMBI (1938—1947)

Mois	Janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin	
et décade	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'	16'	17'
Max. abs.	6 1	5.8	16.3	3.4	6.0	9.4	4.8	7 1	10.9	9.0	7.6	10.2	6 8	13.7	19.8	18.6	8.4
Moyenne	2.7	1.4	3.5	0.7	1.9	2.1	2.6	2.5	3.4	4 1	3.3	4.0	3.3	5.4	6.7	4.0	3.2
Min. abs.	0.2	0.1	0.4	0.0	0.3	0.2	0 1	0.8	0.4	0 7	0.3	0.7	0.4	1.0	1.0	0.6	0 4

Mois	Juillet			Août			Septembre			Octobre			Novembre			Décemb	
et décade	19'	20'	21'	22'	23'	24'	25'	26'	27'	28'	29'	30'	31'	32'	33'	34'	35'
Max. abs.	5 1	9.3	14.0	12.5	9.7	8.8	16.3	10.2	7.0	7.8	11.8	12.7	9.6	14.6	8.9	9.2	5.6
Moyenne	2 9	5 9	6.6	6.0	3 0	3.8	5 4	5.6	3.2	4.4	5.6	5.5	5 5	4.5	4.4	4 1	2.6
Min. abs.	0.2	2 0	0.8	0.4	0.7	0.3	0.2	0.7	1.3	0.6	2.5	2.7	2.8	0.1	1.0	0.6	0.6

D'après le tableau précédent, on peut estimer qu'à Yangambi pour les valeurs du quotient inférieures à 2,5, l'équilibre du bilan d'eau des végétaux est menacé. Il est même rompu pour les valeurs de l'indice inférieur à 2. C'est en moyenne le cas pour la période s'étendant du début février à la fin mars. La première décade de février est la plus dangereuse. A partir de la dernière décade de mars et jusqu'au début de décembre le bilan d'eau reste en moyenne bien assuré. Le mois de mai et la période de septembre à novembre jouissent des plus hautes valeurs de l'indice. Il importe pourtant de remarquer l'importance de la variabilité des valeurs du quotient au cours des années.

Les valeurs décadaires inférieures à 2 peuvent s'observer presque en toute saison.

C'est ainsi que la période critique de février peut parfois se prolonger jusqu'à la mi-avril et interrompre fâcheusement la croissance des jeunes plantules. Au contraire, des valeurs notables de l'indice peuvent se produire certaines années au cours de la période dangereuse. Cette haute variabilité de l'équilibre saisonnier du bilan d'eau atteste une fois de plus le caractère continental du climat de la cu-

vette centrale et les graves inconvénients de ce caractère pour assurer la régularité des rendements.

De ces considérations, il ressort que les abatages de la forêt ou de la jachère doivent être effectués de décembre à début janvier afin que les matériaux soient secs en février, mois le plus propice à une incinération poussée. La période qui s'étend de février à mai est caractérisée par une grande insécurité climatique, ce qui empêche le semis d'une plante à haut coefficient de transpiration. Seul le maïs est suffisamment plastique pour s'accommoder des fortes variations d'eau utile qui caractérisent cette période.

Par contre, la dernière moitié de l'année ne comporte plus de période critique jusque fin décembre et est plus favorable à la culture des petites légumineuses et du paddy.

Par ailleurs, pour les espèces dont la conservation de la récolte est dépendante de l'état hygrométrique de l'air, celle-ci devra se faire pendant les périodes de moindres pluies, juin et juillet et fin décembre début janvier.

Ajoutons à cela que les labours et toute exposition du sol aux éléments destructeurs doivent de préférence ne pas avoir lieu pendant les périodes de sécheresse.

Au cours de la période culturale, pour freiner le plus possible la minéralisation de la matière organique, il est indiqué de n'exposer le sol que le minimum de temps à la lumière. A cet égard, les cultures associées ont un rôle autrement protecteur que les cultures pures.

b) **Influence réciproque des plantes dans l'assolement.**

D'observations recueillies à ce jour, nous avons tiré les indications suivantes :

1° Les graminées — Maïs, Paddy, Coïx et Sorgho — ne donnent des rendements intéressants qu'en première ou seconde saison après abatage de la forêt ou de la jachère. Il semble que les rendements du maïs, du sorgho et du coïx tombent dès la seconde saison de culture, tandis que pour le paddy, les rendements de la deuxième saison sont légèrement supérieurs à ceux de la première. Mais pour toutes les graminées, les rendements fléchissent rapidement en troisième et quatrième saisons.

2° Au contraire, les rendements de légumineuses s'améliorent au fur et à mesure que l'assolement s'allonge. C'est ainsi que les rendements du Vigna, du Soja, de l'Arachide et des Haricots sont faibles en première saison mais sont généralement optima en troisième et quatrième saisons.

3° Parmi les plantes à tubercules, l'igname exige de succéder à un recrû ou à une jeune jachère forestière. Les rendements de la patate douce sont encore intéressants en seconde saison.

4° Il n'est pas permis de préciser exactement l'influence des cultures antérieures sur les différentes espèces.

Il semblerait qu'en général :

a) il faille éviter la répétition de la même espèce deux saisons successives;

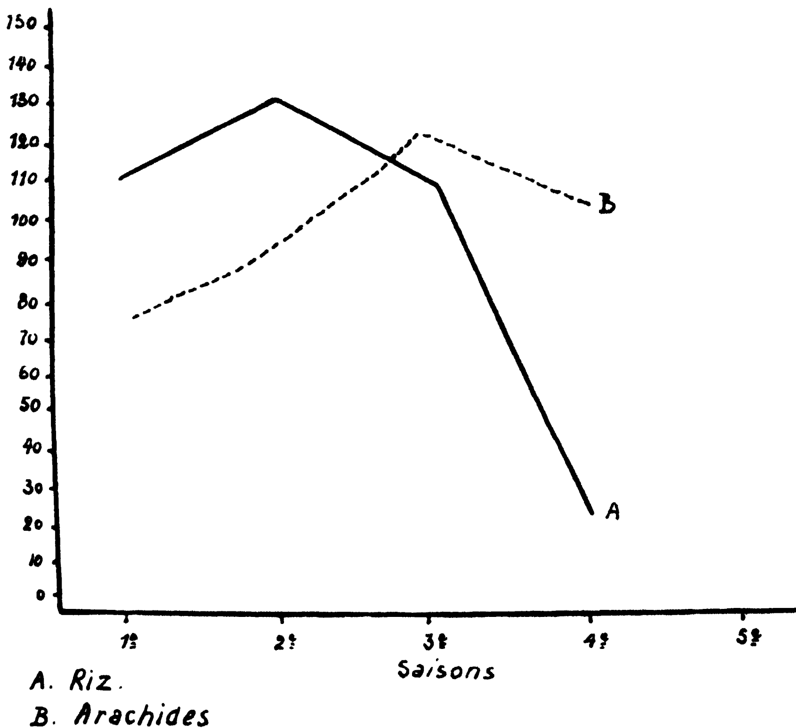
b) le soja a une excellente action sur la plante qui le suit;

c) les graminées sont les meilleurs précédents pour une légumineuse et vice versa;

d) l'influence du Coïx Lacryma-Jobi est bienfaisante sur les cultures ultérieures.

Nous donnons ici quelques chiffres et un diagramme qui illustrent ces quelques conclusions.

A. EVOLUTION DES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE ET DU PADDY EN FONCTION DE L'ALLONGEMENT DE L'ASSOLEMENT.



B. INFLUENCE DU COIX SUR LES CULTURES ULTERIEURES.

Résultats des essais orientatifs.

Les chiffres suivants donnent quelques rendements observés après une culture de coïx venant après recrû forestier de deux ans.

	Maïs	Vigna sinensis	Soja hispida
Avec Coïx	3.276 K°/Ha	1.911 K°/Ha	2.222 K°/Ha
Sans Coïx	2.997 »	603 »	632 »

En 1947, les rendements suivants furent obtenus dans un essai orientatif établi à la collection Réserve IV.

	Sans Coix K°	Après Coix K°
Phaseolus angularis . .	308	735
Arachide A.65	1057	1201
Soja Otootan	802	1406
Paddy	2837	2600
Patates douces	3040	6796

Remarquons que le paddy est inférieur après coïx.

Les caractéristiques suivantes complètent les exigences et propriétés données plus haut pour les diverses plantes cultivées sur les plateaux.

Le bananier ne vient bien qu'en tête de rotation.

Le manioc est assez plastique et indifférent aux plantes qui le précèdent. Cependant la pourriture des tubercules, sans importance en terre vierge, atteint presque la moitié des pieds à l'issue d'un cycle cultural de quatre à cinq ans. Le recrû de tiges de manioc de deux ans ameublit le sol et est favorable à la culture du maïs et des petites légumineuses alimentaires. Cependant le maïs, plante nettoyante, devrait suivre immédiatement le recrû manioc afin de préparer le terrain pour les petites légumineuses qui elles sont fortement concurrencées par les rejets des boutures de manioc restant sur le champ.

Les ignames ont donné leurs plus hauts rendements après des recrûs forestiers de deux à trois ans.

Citons enfin, le Sida rhombifolia qui donne de très belles fibres sur terres épuisées par trois à quatre ans de culture.

c) Améliorations possibles de l'assolement Turumbu.

L'assolement Turumbu est simple. Il consiste en une seule culture mixte de maïs, paddy, manioc et bananes, après quoi le sol est laissé en friche. Cependant, il présente plusieurs inconvénients :

1° A l'ouverture, le sol reste à nu pendant plusieurs mois avant la plantation du mélange des diverses espèces cultivées;

2° La dernière culture représentée par le manioc freine considérablement la recolonisation en brins ligneux;

3° Les végétaux cultivés sont très pauvres en matières protéiques.

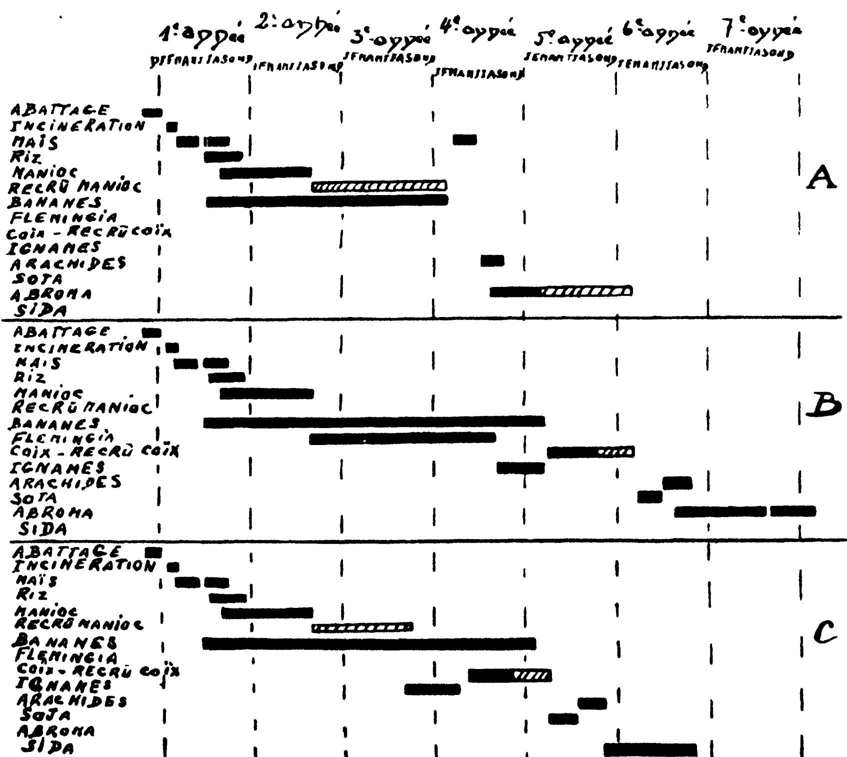
Pour obvier à ces défauts, nous proposons les modifications suivantes :

1° Après incinération, occuper le sol par une avant-culture de maïs;

2° Le manioc de fin de rotation sera suivi par arachide qui tout en favorisant la recolonisation apporterait la matière protéique nécessaire pour l'édification d'une ration normale.

Une interculture de maïs après le manioc serait même plus favorable à l'arachide (schéma A). Les améliorations précédentes portant sur le début et la fin de l'assolement laissent cependant une grande période improductive et non améliorante qui se situe entre la récolte du manioc et celle du bananier.

A la fin de la période de culture, alors que le sol a perdu une bonne quantité de la matière organique emmagasinée et que le pouvoir rétentif a diminué, le bananier est fortement concurrencé par le développement d'une autre plante, par exemple, recrû de manioc.



Celui-ci, tout en freinant le développement des bananiers n'enrichit pas suffisamment le sol en matière organique. Il serait plus intéressant de le remplacer par une légumineuse comme le Flemingia, qui parvient à se développer sous le couvert du bananier et est capable de restaurer suffisamment le sol pour permettre l'allongement de la période culturale en intercalant l'igname et le coïx, par exemple, qui eux sont d'excellents précédents pour les petites légumineuses (Schémas B et C).

III. — PREMIERS RESULTATS DE L'ETUDE DES JACHERES

I. — Jachère forestière.

a) RELEVES STATISTIQUES.

Au cours des années 1947 et 1948, nous avons entrepris l'étude statistique des champs isolés établis en 1940 et 1941 dont le but était la mise au point des méthodes culturales indigènes.

La présente étude tente uniquement de dégager quelques indications d'ordre agronomique et plus précisément d'apprécier l'influence de certains facteurs sur la vitesse de recolonisation des champs abandonnés après culture.

1) *Méthode des relevés et condensation des données.*

L'état de développement de la jachère est apprécié à partir de relevés effectués le long de percées, larges de 1 m., en direction N.-S. et E.-W. recoupant chaque champ. Sont enregistrées pour chaque mètre carré les données suivantes :

a) le nom vernaculaire de toutes les plantes;

b) leur état de développement en hauteur;

c) les causes visibles qui influencent la végétation des plateaux étudiés : telles que proximité des lisières, grands arbres, proximité de souches ou de termitières, etc.

Dans certaines conditions, afin d'étudier plus en détail l'influence de quelques facteurs, les termitières, par exemple, des percées complémentaires étaient ouvertes.

Afin de faciliter le dépouillement des données, les plantes sont groupées suivant leur nature et leur vocation.

Ainsi, par exemple :

1. Classe des plantes herbacées,
2. Classe des plantes lianeuses herbacées,
3. Classe des plantes lianeuses ligneuses,
4. Classe des suffrutex,
5. Classe des grandes herbes (Marantacées - Zingibéracées),
6. Classe des arbustes et petits arbres,
7. Classe des grands arbres.

Nous donnons ci-après la liste des principaux genres et espèces rencontrés dans 24 champs dans lesquels furent effectués nos relevés.

Classe 1 ou classe des plantes herbacées.

Clinogyne arillata K. SCHUM.
Culcasia scandens P. BEAUV.
Celosia trigyna L.
Scleria verrucosa WILLD.
Justicia flava VAHL.
Cyathula prostrata L. BLUME.
Cyperus sp.
Geophila Afzelii HIERN
Paspalum conjugatum BERG.
Nephrolepis cf. *bisserata* (SW.) SCHOTT
Commelina spp.
Setaria megaphylla DUR. et SCHINZ.
Acanthus montanus T. ANDERS.
Palisota Barteri A. CHEV.
Piper umbellatum L.
Panicum brevifolium L.
Impatiens sp.
Capsicum frutescens L.
Hybophrynium Braunianum K. SCHUM.
Talinum cuneifolium WILLD.
Uragoga radicans LOUIS
Uragoga peduncularis K. SCHUM.

Classe 2 ou classe des lianes herbacées.

Cissus spp.
Cnestis spp.
Connarus Griffonianus BAILL.
Byrsocarpus viridis SCHELLENB.
Sabicea Johnstonii K. SCHUM.
Cissampelos owariensis P BEAUV.
Phytolacca dodecandra L'HÉRIT.
Urera hypselodendron (HOCHST) WEDD
Cogniauxia trilobata COGN.

Classe 3 ou classe des lianes ligneuses.

Roureopsis obliquifoliolata SCHELLENB.
Dalhousiea africana S. MOORE.
Millettia aff. *Duchesnei* DE WILD.
Manniophyton africanum MUELL. ARG.
Acacia pennata WILLD.
Dewevrella bilabiata MICHELI
Pentadiplandra Brazzeana BAILL.
Gnetum africanum WELW.
Combretum sp.
Mussaenda elegans SCHUM et THON.
Allophyllus Schweinfurthii GILG
Pyrenacantha Staudtii HUTCH. et J. DALZ.
Memecylon coerulo-violaceum GILG
Alsodeiopsis Staudtii ENGL.
Eremospatha Haullevilleana DE WILD.
Amaralia calycina K SCHUM

Classe 4 ou classe des suffrutex.

Penianthus longifolius MIERS.
Coinochlamys angolana S. MOORE.
Dicranolepis pulcherrima GILG

Classe 5 — Zingibéracées, Marantacées et similaires.

1. *Palisota spp.* . . . 2647 (*)
2. *Trachyphrynium Liebrechtsianum* D. W. et DUR. ... 1462
3. *Aframomum* spp . . 562
4. *Sarcophrynium Arnoldianum* DE WILD 305
5. *Renealmia congolana* DE WILD. et Th DUR 137
6. *Costus edulis* DE WILD et Th DUR. 130
7. *Costus afer* KER GWEL. ... 68
8. *Trachyphrynium scandens* LOUIS et MULLEND

Classe 6 — Arbustes et petits arbres.

A. **Arbustes:**

1. *Alchornea floribunda* MULL. ARG. 471
2. *Clerodendron Bucholzii* GÜRKE 341
3. *Scaphopetalum Thonneri* DE WILD et Th. DUR . .. 237
4. *Cola Bruneelii* DE WILD. .. . 208
5. *Microdesmis Zenkeri* PAX. . . 198
6. *Tricalysia* spp. 113
7. *Buchnerodendron speciosum* GUERKE 113
8. *Heinsia pulchella* K. SCHUM 106
9. *Pycnocoma Thonneri* PAX
10. *Anthocleista* spp.
11. *Conopharyngia penduliflora* STAPF 12
12. *Ouratea elongata* ENGL. . 12
13. *Coffea* sp.
14. *Cola marsupium* K. SCHUM

(*) Les chiffres indiquent les fréquences totales observées dans les vingt-quatre champs.

B. Petits arbres:

1. *Randia congolana* De Wild. et Th. Dur. 498
2. *Pancovia Harmsiana* Gilg . . 87
3. *Garcinia punctata* Oliv. 46
4. *Rauwolfia vomitoria* Afzel. ... 32
5. *Pleiocarpa tubicina* Stapf . 30
6. *Randia acuminata* Benth. ... 26
7. *Randia Eetveldeana* De Wild. et Th. Dur. 16
8. *Randia Welwitschii* 11
9. *Microccos* spp. 5
10. *Harungana madagascariensis* Lam. 4

C. Arbustes lianiformes:

1. *Dichapetalum* spp 534
2. *Dichapetalum mombuttuense* Engl. 289
3. *Mussaenda stenocarpa* Hiern. 115
4. *Ficus urceolaris* Welw 6

D. Bois blancs:

Anémochores.

1. *Vernonia conferta* Benth
2. *Alstonia congensis* Engl. . .. 11

Zoochores.

1. *Caloncoba Welwitschii* Gilg 343
2. *Discoglypremna caloneura* Prain 188
3. *Caloncoba glauca* Gilg . 118
4. *Tetrorchidium didymostemon* Pax. et K. Hoffm. . . 38
5. *Macaranga* spp. . 37
6. *Trema guineensis* Fic. 29
7. *Bosqueia angolensis* Fic. 23
8. *Myrianthus arboreus* P. Beauv. 22
9. *Musanga Smithii* R. Br. 18
10. *Bridelia micrantha* Baill. . . 7

Dispersion par gravité.

1. *Pamplethanta Gilletii* (D. W.) Brem. 196
2. *Morinda confusa* Hutch. 7
3. *Lecanodiscus cupanoides* Planch. 7
4. *Anthocleista* sp.

Classe 7 — Grands arbres.

Anémochores.

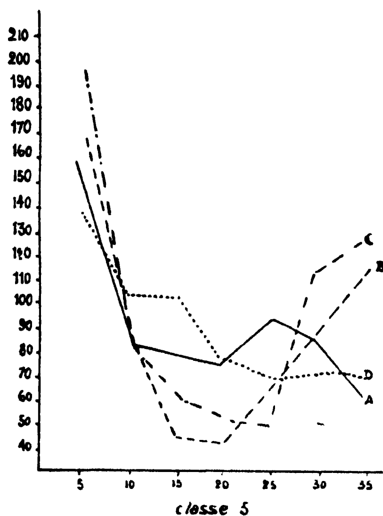
1. *Albizzia gummifera* (Gmel.) C. A. Smith 82
2. *Pterocarpus Soyauxii* Taub 70
4. *Entandrophragma Candollei* Harms . . . 56
5. *Combretum oblongum* F Hoff 20
6. *Afrormosia elata* Harms .. 19
7. *Pterygopodium oxyphyllum* Harms 11
8. *Ferdinandia Adolphi-Frederici* Gilg et Mildb. 8
9. *Celtis Briey* De Wild. 7
10. *Entandrophragma utile* Sprague 4

Zoochores.

1. *Guarea Thompsonii et Laurentii* 187
2. *Polyalthia suaveolens* Engl et Diels 162
3. *Guarea cedrata* (Chev.) Pellegrin . 141
4. *Blighia Wildemaniana* Gilg 86
5. *Staudtia gabonensis* Warb. 78
6. *Pachylobus edulis* G Don 62
7. *Sarcocephalus Vanderguchtii* De Wild. 23
8. *Chrysophyllum Lacourtianum* De Wild 21
9. *Phyllanthus discoideus* Muell. Arg. 18
10. *Fagara Lemairei* De Wild. . 18
11. *Chlorophora excelsa* Benth. et Hook. 17
12. *Antiaris africana* Engl. 16
13. *Pycnanthus Kombo* Warb. ... 13
14. *Elaeis guineensis* Jacq. . . 12
15. *Allanblackia floribunda* Oliv. 11
16. *Synsepalum* sp. 9
17. *Treculia africana* Decne . .. 9
18. *Tridesmostemon Claessensii* De Wild. 7
19. *Chrysophyllum africanum* A. DC. 6
20. *Canarium Schweinfurthii* Engl. 4
21. *Desplatzia Dewevrei* De Wild. 4
22. Fagara macrophylla (Oliv.) Engl.

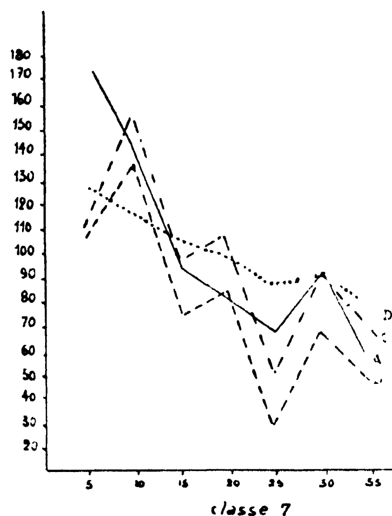
INFLUENCE DES LISIÈRES SUR LA COLONISATION

Diagramme 1



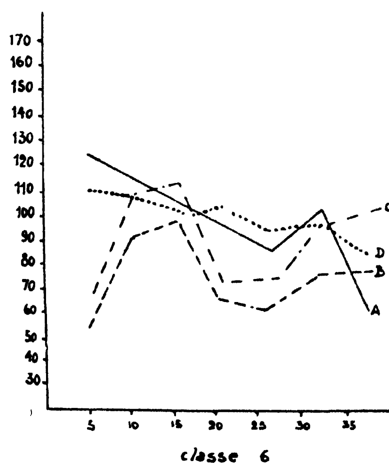
classe 5

Diagramme 2



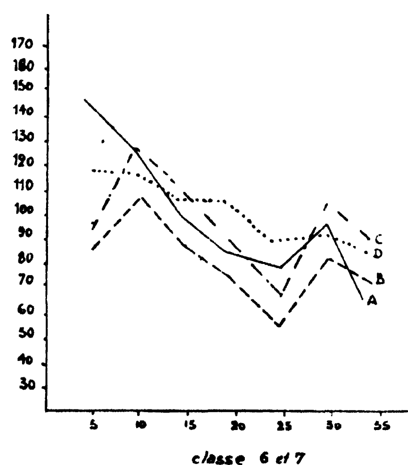
classe 7

Diagramme 3



classe 6

Diagramme 4



classe 6 et 7

A Lisières Forestières *C Recrûs*

B Lisières Arbustives *D. Toutes les lisières*

Dispersion par gravité.

1.	*Scorodophloeus Zenkeri* HARMS	381
2.	*Cynometra Hankei* HARMS	150
3.	*Panda oleosa* PIERRE	108
4.	*Conopharyngia durissima* STAPF	82
5.	*Chrysophyllum pruniforme* (PIERRE) ENGL.	64
6.	*Beilschmidia* sp.	56
7.	*Xylopia africana* OLIV.	54
8.	*Strombosia glaucescens* ENGL.	46
9.	*Millettia* spp.	46
10.	*Diospyros* spp.	42
11	*Irvingia gabonensis* BAILL.	30
12.	*Xylopia* sp.	26
13.	*Dialium Corbisieri* STANER	26
14.	*Afrostyrax lepidophyllus* MILDBR.	24
15.	*Macrolobium macrophyllum* MC. BRIDE	24
16.	*Drypetes Gossweileri* S. MOORE	17
17.	*Drypetes* spp.	14
18.	*Angylocalyx Pynaertii* DE WILD.	13
19.	*Macrolobium coeruleoides* DE WILD.	12
20.	*Randia cladantha* K. SCHUM.	9
21.	*Ongokea Gore* ENGL.	7
22.	*Dialium excelsum* LOUIS.	3

Nous avons déterminé la hauteur exacte de tous les individus dont le développement était supérieur à 3 mètres. Les fréquences observées pour chaque classe et le développement moyen sont calculés pour chaque placeau de comparaison. Il est aussi établi un indice de recolonisation qui est la fréquence des individus ligneux par unité de surface (10 mètres carrés).

Finalement nous avons condensé ces chiffres-indices en divers tableaux qui traduisent la réaction des recrûs aux divers facteurs envisagés. Dans ces tableaux nous donnons uniquement les fréquences observées pour les groupes 5-6 et 7 fusionnés, ainsi que la hauteur moyenne des brins de ce dernier groupe.

Le tableau II caractérise les divers champs ayant servi aux relevés.

2) *Discussion des observations et leur signification agronomique.*

A. INFLUENCE DE LA PROXIMITE ET DE LA NATURE DE LA LISIERE FORESTIERE.

Les diagrammes suivants donnent une idée assez précise de la vitesse de recolonisation des terrains abandonnés en fonction de la proximité de la lisière et de l'importance de celle-ci.

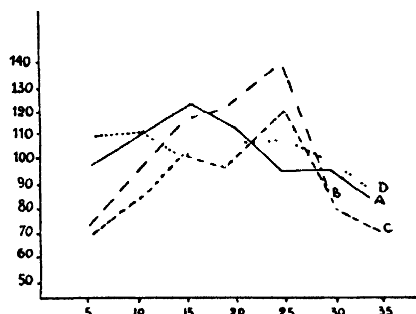
Les indices de recolonisation ont dans ce cas une valeur relative, ils ont été calculés en pourcentage de la moyenne des champs.

Seuls les champs carrés de 70 m. de côté ont été pris en considération. Les courbes A ont été calculées à partir des percées qui ont pour origine des lisières constituées d'arbres de la strate dominante.

Dans le cas des courbes B, les lisières sont constituées d'arbustes et petits arbres du groupe 6. Les courbes C englobent les lisières constituées de petits recrûs forestiers. Pour tous ces cas nous n'avons pris en considération que les lisières pour lesquelles n'interférait aucune autre cause déterminante de la vitesse de recolonisation. Par contre, pour le calcul des courbes D, toutes les lisières sans aucune distinction entrent dans le calcul des moyennes : elles donnent une idée de l'influence brute des lisières quelles que soient leur nature, leur importance et leur orientation.

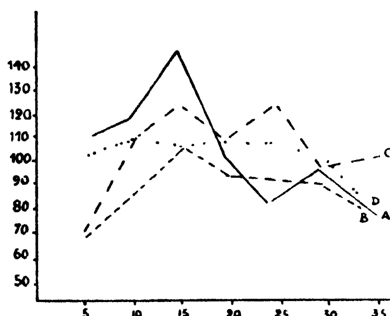
INFLUENCE DES LISIÈRES SUR LA COLONISATION

Diagramme 5



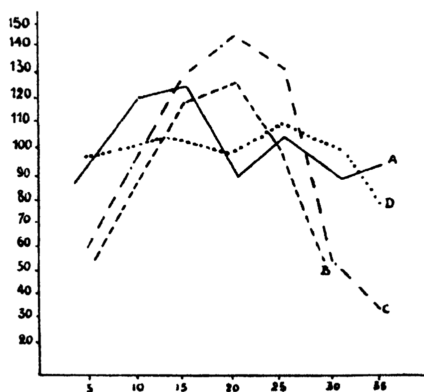
Hauteurs moyennes de la classe 6

Diagramme 6



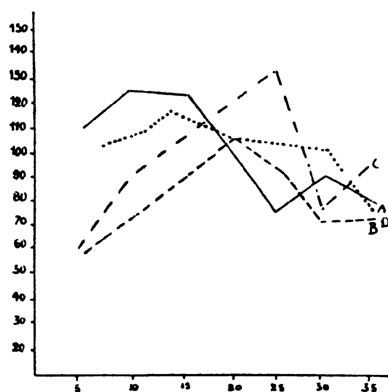
Hauteurs max de la classe 6

Diagramme 7



Hauteurs moyennes des classes 6 et 7

Diagramme 8



Hauteurs max des classes 6 et 7

A Lisières Forestières
B Lisieres Arbustives
C. Recrus
D. Toutes les Lisières

L'allure générale des courbes est approximativement la même pour les fréquences et le développement végétatif de tous les groupes. La vitalité des jeunes jachères décroît rapidement en fonction de l'éloignement de la lisière. Cependant cette influence est plus prononcée pour les plantes des groupes 5 et 7. Il faut, sans aucun doute, en chercher la raison dans le fait que nombre de plantes du groupe 5 se développent par rhizomes, tandis que les plantes du groupe 7 sont surtout disséminées par gravité et zoochorie.

Cependant les hauteurs des recrûs semblent être déprimées par la proximité immédiate des lisières. C'est en effet, seulement à environ 15 mètres de celles-ci que l'on observe un développement maximum, point à partir duquel la taille des recrûs ne fait que décroître.

Quoique moins nette, l'action de la nature des lisières est cependant marquée. C'est ainsi que pour le groupe 5 l'influence relative est d'autant plus accentuée que la lisière est d'origine plus récente, tandis que pour les autres groupes la lisière forestière a nettement l'avantage.

La conséquence logique de cette constatation serait, dans le système de cultures basé sur la jachère forestière, de n'abattre que des champs de surfaces très réduites bordés de toute parts de lisières. Cependant, il faut tenir compte que toutes les plantes saisonnières sont héliophiles et que leur rendement serait fortement abaissé par un excès d'ombrage.

D'autre part, pour faciliter la propagande, la surveillance des cultures et la réglementation, ainsi que pour laisser la voie libre à toute possibilité de mécanisation, il est indiqué d'abattre des blocs de la plus grande étendue possible tout en conservant la proximité des semenciers et l'influence microclimatique des lisières.

La méthode des couloirs est donc un compromis entre ces exigences. N'était la dépression de rendement causée par les lisières, il serait donc avantageux de n'ouvrir que des champs dont la largeur ne dépasserait pas 50 mètres. La largeur de 100 mètres adoptée est donc le maximum permis. Abattre des blocs plus larges aurait pour conséquence une recolonisation plus lente et par suite un rapport

$$\frac{\text{durée des cultures}}{\text{durée des jachères}}$$

moins intéressant et partant une rentabilité plus faible de la terre.

Une autre donnée intéressante qui semble résulter de la lecture des diagrammes est que la vitesse de recolonisation sous l'influence d'un puissant recrû forestier n'est pas inférieure à celle observée à proximité d'une lisière forestière. Il semblerait, au contraire, que le groupe de zingibéracées et marantacées soit mieux représenté dans le premier cas, tandis que les fréquences des groupes 6 et 7 sont d'égale importance dans les deux cas. Il serait donc avantageux de rabattre les lisières des couloirs. Pendant la rotation, les cultures sont mieux éclai-

rées et au moment du retour à la jachère, la sole abandonnée se trouvera encadrée de peuplements dont la composition se rapproche plus de la parasoleraie. C'est pour ces raisons que nous conseillons actuellement, lors de l'ouverture en forêt primaire ou secondaire, de dégager sur une largeur d'environ 20 mètres les lisières Nord et Sud des couloirs.

Nous avons essayé d'analyser plus en détail l'influence des lisières sur les différents groupes. Le tableau suivant donne les résultats de cette comparaison. Etant donné la grande variabilité aucune constatation nouvelle ne peut être dégagée.

Cependant, les moyennes générales confirment assez nettement les tendances traduites par les diagrammes.

Classe	Sous-classe	Lisière forestière	Lisière arbustive	Lisière de recrûs	Chemi
5	—	78 % *	104 %	74 %	81 %
6	A — arbustes	94 %	68 %	72 %	59 %
	B — petits arbres . . .	55 %	40 %	52 %	48 %
	C — bois blancs zoochores	191 %	220 %	158 %	125 %
Moyenne	6 . .	102 %	82 %	80 %	65 %
7	Grands arbres:				
	Anémochores	169 %	133 %	66 %	84 %
	Zoochores . . .	83 %	34 %	86 %	67 %
	Dispersion par gravité .	87 %	67 %	68 %	38 %
Moyenne	7	85 %	58 %	85 %	50 %
Moyenne générale		88 %	81 %	79 %	65 %

B. INFLUENCE DES ARBRES ISOLES ET DES REJETS DE SOUCHES LAISSES DANS LES CHAMPS SOUS CULTURE.

L'influence des grands arbres et des rejets de souches est assez similaire à celle observée sous l'influence microclimatique des lisières. Les fréquences observées sont supérieures à la moyenne des champs, cependant que le développement végétatif a été légèrement inférieur.

Nous avons essayé de dégager l'influence spécifique de diverses essences. A titre d'indication, nous donnons dans le tableau suivant les fréquences, les hauteurs moyennes exprimées en % de la moyenne des champs, ainsi que le nombre de cas observés tant sous l'influence des grands arbres que sous celle des souches.

Il semblerait qu'une étude approfondie permette de déceler des différences spécifiques, nettes et intéressantes. Des conclusions bien

(*) Fréquence relative exprimée en pourcentage des fréquences observées sous l'influence de la lisière forestière dans la rotation Turumbu.

assises sur ce point devraient résulter d'observations exécutées sur un grand nombre de répétitions par espèce.

Espèces forestières.	Classe 5	Classe 6—7	Hauteurs moyennes 6—7
Cimes élevées ou peu denses:			
Cynometra Mildbraedii	106 %	115 %	108 %
Cynometra Hankei	99 %	116 %	105 %
Afrormosia elata	107 %	95 %	120 %
Klainedoxa gabonensis	111 %	79 %	154 %
Celtis Mildbraedii	60 %	117 %	58 %
Guarea cedrata	96 %	104 %	123 %
Moyenne	97 %	104 %	111 %
Cimes basses ou denses:			
Chrysopyllum Lacourtianum	62 %	127 %	76 %
Pachylobus edulis	67 %	73 %	85 %
Moyenne	65 %	100 %	80 %
Espèces de recrû:			
Harungana madagascariensis	114 %	117 %	132 %

L'influence favorable d'espèces de forêts remaniées telles que *Harungana madagascariensis* ressort nettement de ce tableau.

L'influence des rejets souches nous est donnée par le tableau suivant :

Espèces	Nombre de cas observés	Classe 5	Classe 6—7	Hauteurs moyennes 6—7
Combretodendron africanum	4	47 %	105 %	73 %
Scorodophloeus Zenkeri	4	120 %	111 %	106 %
Panda oleosa	3	91 %	104 %	117 %
Amphimas pterocarpoides	[illegible]	70 %	105 %	71 %
Chrysophyllum Lacourtianum	2	96 %	116 %	84 %
Albizzia gummifera .	2	53 %	115 %	106 %
Combretodendron africanum	1	196 %	139 %	107 %
Afzelia spp . .	1	155 %	121 %	45 %
Pentaclethra macrophylla	1	322 %	117 %	66 %
Annonidium Mannii	1	65 %	95 %	157 %
Cynometra Hankei .	1	121 %	78 %	124 %
Moyenne générale . .	23	117 %	107 %	95 %

Par ailleurs, des observations de rendement ont montré que les grands arbres et les rejets de souches, pour autant qu'ils aient une cime élevée et claire et qu'ils soient suffisamment éloignés de fortes lisières ou d'autres grands arbres, ne sont pas préjudiciables. Cette action spécifique se marque également sur les rendements, c'est ainsi que le *Cynometra Hankei* les déprime, tandis qu'autour des souches de *Scorodophloeus Zenkeri* les rendements dépassent de façon notoire la moyenne des emblavures. *Afrormosia elata* semble être indifférent.

L'intérêt économique de ces constatations réside dans la possibilité de laisser ou d'introduire dans les couloirs sous cultures des essences de valeur qui plantées, à densité convenable, pourraient subsister sur la sole pendant plusieurs révolutions de cultures-jachères. Elles ne nuiraient en rien au rendement des cultures, mais auraient le grand avantage de permettre à chaque retour de la jachère, un rétablissement plus rapide des recrûs tout en livrant après quelques révolutions du bois exploitable.

C. INFLUENCE DEPRIMANTE DU RECRU DE MANIOC ET LIANES.

Le recrû de tiges de manioc et les lianes herbacées ou ligneuses ont une influence marquée sur l'installation et la vitalité de la jachère. Lors des relevés nous avons tenu compte de l'état d'occupation du terrain par le manioc et les lianes, et avons distingué trois degrés d'encombrement : fort, moyen et faible que nous comparons à l'absence totale. A quelque degré que ce soit, leur action est freinante. Cependant, l'action des lianes est moins désavantageuse que celle du manioc.

Influence du recrû manioc.

Classe		MANIOC			
		Absence 330 cas	Présence		
			Forte 63 cas	Moyenne 49 cas	Faible 48 cas
1—4	Fréquences	53.4	44.7	43.2	51 1
5		19.5	14.3	13.1	18.8
6—7		34.2	16.0	22 4	30 4
6—7	Hauteur moyenne	109.2 cm	55.4 cm.	69 7 cm	78 8 cm.

Influence du recrû manioc combiné avec l'influence de certaines plantes qui terminent la rotation.

Classe		Plantes qui terminent la rotation	Absence de manioc	Importance du manioc			Moyenne
				Forte	Moyenne	Faible	
1—5	Fréquences	Abroma	81	46	61	44	58 0
		Arachides	54	62	60	97	68.2
		ni Ab. ni Ar.	75	44	57	54	55.0
		Moyenne	70	50	59	65	61 0
6—7	Fréquences	Abroma	40	22	25	42	32.2
		Arachides	38	12	20	31	25.2
		ni Ab. ni Ar.	38	19	28	31	29.0
		Moyenne	38	17	24	34	29.0
6—7	Hauteur moyenne	Abroma	133	117	75	62	96.7
		Arachides	108	37	60	112	79.2
		ni Ab. ni Ar.	90	49	63	75	69.2
		Moyenne	110	67	66	83	81.0

Un fort encombrement de lianes ne déprime que d'environ 25 % tant la fréquence que le développement végétatif de la jachère :

Influence des « lianes » combinée avec l'influence de certaines plantes qui terminent la rotation.

Classe		Plantes qui terminent la rotation	Absence de lianes	Importance des lianes			Moyenne
				Forte	Moyenne	Faible	
1—5	Fréquences	Abroma	81	56	77	58	68.0
		Arachides	54	—	52	114	73.3
		ni Ab. ni Ar.	75	39	63	87	66.0
		Moyenne	70.0	47.5	64.0	86.3	68.7
6—7	Fréquences	Abroma	40	30	40	26	34.0
		Arachides	38	—	17	34	29.6
		ni Ab. ni Ar.	38	15	26	24	25.7
		Moyenne	38.6	22.5	27.6	28.0	29.8
6—7	Hauteur moyenne	Abroma	133	114	53	42	85.5
		Arachides	108	—	112	63	94.3
		ni Ab. ni Ar.	90	53	101	244	122.0
		Moyenne	110.3	83.5	88.6	116.3	101.2

Classe		Ni manioc ni lianes	Manioc écrasant	Lianes écrasantes
6—7	Fréquence	100 %	45.5 %	58.2 %
6—7	Hauteur moyenne	100 %	61 %	75.7 %

Cependant, ainsi que le montrent les tableaux ci-dessus, les actions désavantageuses de ces deux facteurs se cumulent.

		Lianes O	Lianes +	Lianes T	(A)
Manioc	O	74	71	145	100 %
	+	62	59	121	83 %
	T	136	130	166	—
(B)		100 %	96 %	—	—

		Lianes O	Lianes +	Lianes T	(A)
Manioc	O	36	23	59	100 %
	+	23	21	44	74 %
	T	59	44	103	—
(B)		100 %	74 %	—	—

Moyennes des catégories 6—7:

		Lianes			
		O	+	T	A
Manioc	O	126	110	236	100 %
	+	84	73	157	66 %
	T	210	183	393	—
	B	100 %	87 %	—	—

Pour tirer une conclusion pratique en ce qui concerne les lianes, il conviendrait de trouver un moyen qui supprimerait automatiquement le stade évolutif caractérisé par les lianes herbacées et ligneuses, par exemple en couvrant le sol après culture, d'une plante arbustive telle qu'Abroma, Cephalonema, Sida, ou même d'un développement plus important.

En ce qui concerne la fin de rotation, l'action retardatrice du manioc sur l'installation du recrû plaide en faveur d'une autre plante. l'arachide.

D. INFLUENCE DU « CLERODENDRON BUCHHOLZII » (M'BAMBAKE).

Nous donnons ici quelques chiffres qui traduisent l'influence des buissons de *Clerodendron Buchholzii* sur la recolonisation.

Classe		Absence	Présence
1—5	Fréquence	72	20
6—7		38	21
6—7	Hauteur moyenne	106	152

E. INFLUENCE DES FOUGERES NEPHROLEPIS ET PTERIS.

Classe		Absence	Présence
1—5	Fréquence	76	51
6—7		39	9
6—7	Hauteur moyenne	135	175

Les fougères ont une action assez semblable à celle des buissons de Clerodendron, les semenceaux sont de loin moins nombreux, mais le développement moyen y semble favorisé. De ce fait, on ne peut pas dire que les Clerodendron, les Nephrolepis et les Pteris freinent la vitalité des recrûs, ils sont, en effet, rapidement dominés.

Signalons d'ailleurs que nous n'avons rencontré ni plage de fougères, ni buissons de *Clerodendron Buchholzii* dans les champs sous Abroma. Il suffirait donc de terminer la rotation par une plante arbustive pour les éliminer.

F. INFLUENCE DES PLANTES DU GROUPE DE L'AFRAMOMUM ET DU PALISOTA.

Nous avons comparé, suivant la méthode décrite plus haut, deux placeaux, l'un sous manioc et l'autre sous *Aframomum albo-violaceum* qui se trouvaient dans des conditions semblables.

De ces observations, nous avons retiré les constatations suivantes :

Première constatation : le nombre de brins d'espèces forestières est de loin plus élevé sous *Aframomum* que sous le recrû de *Manihot utilissima*, tandis que les éléments de la strate herbacée sont beaucoup mieux représentés sous *Manihot* que sous *Aframomum*.

Nous avons trouvé la représentation suivante exprimée en pourcentage des groupes de plantes herbacées et ligneuses.

Strates	Herbacées	Arborées
Classes	de 1 à 4	de 6 à 7
Sous manioc	78,6 %	20,4 %
Sous Aframomum . .	31,3 %	68,7 %

Deuxième constatation : nous avons apprécié la vitalité (état de développement) pour les plantes ligneuses représentées dans les deux placeaux.

L'avantage en faveur de l'*Aframomum* est mis en lumière dans le tableau suivant :

		Nombre	Développement moyen	Développement supérieur
Scorodophloeus	Sous manioc . .	7	9 cm.	30 cm.
Zenkeri HARMS	Sous Aframomum	34	23 »	100 »
Pycnocoma	Sous manioc . .	3	10 »	10 »
Thonneri PAX	Sous Aframomum	23	50 »	125 »
Caloncoba	Sous manioc . .	2	425 »	500 »
Welwitschii GILG	Sous Aframomum	3	500 »	500 »
Mussaenda				
{ *obtusa* K. SCHUM	Sous manioc .	2	20 »	90 »
{ *stenocarpa* HIERN.	Sous Aframomum	5	90 »	300 »

Troisième constatation : la composition floristique sous *Aframomum* est notablement plus riche que sous manioc..

Il y avait environ près de *deux fois plus d'espèces arbustives* sous Aframomum que sous manioc.

D'autre part, la comparaison de placeaux couverts d'Aframomum et de Palisota avec ceux où ils font défaut confirme la nette supériorité de ce couvert quant aux fréquences des espèces arborescentes et arbustives, tandis que la croissance des semenceaux y semble sensiblement freinée. Quoi qu'il en soit, l'action des hautes herbes de la classe des zingibéracées et marantacées peut-être considérée comme très favorable à la jachère.

Classe		Culture	Aframomum + Palisota	
			Absence	Présence
6—7	Fréquence	Abroma	40	60
		Arachides ..	38	51
		Moyennes ..	39	55
6—7	Hauteur moyenne	Abroma	178	141
		Arachides ..	115	76
		Moyennes ..	146	108

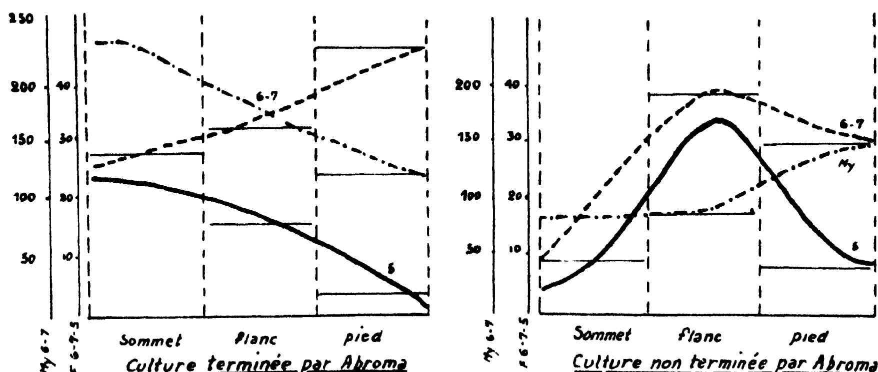
G. RECOLONISATION DES TERMITIERES CULTIVEES.

La comparaison suivante entre la recolonisation des termitières et des parties planes montre que prises dans leur ensemble les termitières se recolonisent aussi rapidement que les autres surfaces.

Classe		Plante qui termine la rotation	Terrain plat	Termitières			Total termitières
				Sommet	Flancs	Pieds	
1—5	Fréquence	Abroma	64	49	83	97	76
		ni Ab ni Ar.	66	69	74	58	67
		Moyenne	65	59	78	77	71
6—7	Fréquence	Abroma	41	28	32	46	35
		ni Ab. ni Ar	34	10	38	30	26
		Moyenne	37	19	35	38	30
6—7	Hauteur moyenne	Abroma	131	232	169	147	183
		ni Ab. ni Ar.	115	85	87	146	106
		Moyenne	123	158	128	146	144

Mais des différences appréciables se marquent suivant la topographie : sommet, pente et base. Par ailleurs, la réaction semble différente selon que le sol est couvert d'Abroma au moment où il est abandonné à la recolonisation naturelle. Pour mieux exprimer ces ré-

sultats complexes, nous avons représenté graphiquement les indices de recolonisation.



L'influence des termitières sur la régénération des divers groupes est mise en lumière par la comparaison de deux objets, recrû d'Abroma et champ abandonné à lui même. Dans le premier cas, l'humidité du sol a une action marquée sur le développement de l'Abroma dont la hauteur diminue en se rapprochant du sommet de la termitière. La faible densité du couvert sur le sommet est favorable à l'installation des plantes des clases des zingibéracées et sur le développement des semenceaux des arbustes et arbres. Du fait de l'entraînement par les eaux de ruissellement, le nombre de ceux-ci augmente vers le bas où leur développement est retardé par une luminosité défectueuse. Dans le cas de la termitière abandonnée sans recrû d'Abroma, le facteur lumière est supplanté par les conditions d'humidité. Alors que, dans le cas précédent, le développement des Zingibéracées était favorisé sur le sommet de la termitière, nous constatons ici un développement plus fort vers le bas de la pente, mais freiné à la base par l'exubérance des brins ligneux. Le nombre de ceux-ci et leur développement diminue régulièrement du bas vers le sommet.

Sur le plateau de Yangambi, la surface occupée par les termitières est d'environ un tiers de la surface totale. Il y a lieu de se demander avec les tendances actuelles de la culture mécanisée, s'il y aurait intérêt à laisser telles quelles ces surfaces ou à les niveler. Pendant les premières années de culture la productivité des termitières ne diffère que de peu de celle des surfaces planes. Mais le labourage nécessaire pour la récolte des cultures telles que le manioc et l'arachide a pour effet d'en diminuer le rendement et après abandon, la vitesse de recolonisation.

L'enlèvement de la couche superficielle de la termitière ne semble pas avoir une action sur la capacité de production de celle-ci. Mais le déblayement de grandes masses crée des plages momentanément stériles.

La technique serait vraisemblablement de diminuer à chaque fin de rotation le relief de la termitière de façon à profiter de la jachère pour revitaliser et homogénéiser les terres déplacées.

H. INFLUENCES COMBINEES DE PLUSIEURS FACTEURS.

Nous avons essayé de définir l'action combinée de plusieurs facteurs soit favorables ou défavorables à la réoccupation du sol par le recrû. C'est ainsi que des tableaux suivants ressort l'action nettement néfaste du recrû de manioc. D'après ceux-ci, nous constatons que les influences favorables telles que bas de pentes, arbres isolés, fourrés de fougères, sont annihilés par la présence du couvert du manioc.

1 **α) Influence du manioc combinée avec celle d'un facteur défavorable.**

	5	6—7	Moyenne
Manioc × fougères	19 %	49 %	22 %
» × Clerodendron . .	69 %	78 %	50 %
» × pente termitière . .	49 %	57 %	55 %
» × sommet » .	—	73 %	85 %
Moyennes	34 %	64 %	53 %

β) Influence du manioc combinée avec celle d'un facteur favorable.

Manioc arbres isolés	55 %	88 %	50 %
» × rejets de souches . .	90 %	83 %	62 %
» × Aframomum . . .	—	74 %	112 %
Moyennes	72 %	88 %	74 %

γ) Influence du manioc combinée avec celle de deux facteurs défavorables.

Manioc × lianes × fougères . .	94 %	22 %	53 %

Δ) Influence du manioc combinée avec celle d'un facteur favorable et celle d'un facteur defavorable.

Manioc × rejets de souches × sommet termitière	190 %	51 %	86 %
Manioc × rejets de souches × pente termitière	295 %	18 %	21 %
Moyennes	242 %	34 %	53 %

Seule l'influence des rejets de souches semble relever la fréquence du groupe 5.

2 **α) Influence des « lianes » combinée avec celle d'un facteur deprimant.**

Lianes × fougères	176 %	35 %	112 %
» × Clerodendron .	41 %	73 %	137 %
» × pente termitière . .	62 %	92 %	94 %
Moyennes	93 %	66 %	112 %

β) **Influence des « lianes » combinée avec celle d'un facteur favorable.**

	5	6—7	Moyenne
Lianes × rejets souceh. . .	10 %	75 %	77 %
» × arbres isolés. . .	119 %	112 %	95 %
Moyennes.	89 %	93 %	86 %

γ) **Influence des « lianes » combinée avec celle de deux facteurs déprimants.**

Lianes × fougères × Clerodendron .	123 %	44 %	82 %
Lianes × fougères × pente termitière.	47 %	44 %	157 %
Moyennes	85 %	44 %	119 %

Les lianes ne dominent que légèrement les facteurs favorables.

En l'absence du recrû manioc, nous constatons que les lianes continuent leur rôle. Par contre, l'Aframomum, le Clerodendron Buchholzii et les fougères cumulent les avantages des facteurs associés.

3 α) **Influence des fougères combinée à un facteur déprimant.**

Fougères × lianes	176 %	35 %	112 %
» × manioc	19 %	49 %	22 %
Moyennes	97 %	42 %	67 %

β) **Influence des fougères combinée à un facteur favorable.**

Fougeres × arbres isolés	120 %	42 %	221 %

γ) **Influences des fougères combinée avec deux facteurs deprimants.**

Fougères × manioc × lianes	94 %	22 %	53 %
» × Clerodendron × lianes .	123 %	44 %	82 %
» × pente termitière × lianes.	47 %	44 %	157 %
Moyennes	88 %	36 %	97 %

4 α) **Influence du groupe Aframomum × Palisota combinée à celle d'un facteur déprimant.**

Aframomum × manioc	—	74 %	112 %

β) **Influence du groupe Aframomum × Palisota combinée à celle d'un facteur favorable.**

Aframomum × arbres isolés . . .	—	84 %	123 %

I. INFLUENCE DE LA ROTATION SUR LA VITESSE DES RECRUS.

Au champ 9, en fin de rotation le tiers central du champ fut couvert d'une plante arbustive, le *Cephalonema polyandrum*, tandis que

les deux tiers situés de part et d'autre du premier placeau furent ensemencés de *Sida* et de *Corchorus*, plantes qui après la récolte laissent le sol à nu.

Les indices de recolonisation obtenus sont :

Classe		Plante qui termine la rotation	
		Cephalonema	Corchorus ou Sida
5	Fréquence	7	19
6—7	»	43	23
6—7	Hauteur moyenne	73 cm.	62 cm.

La fréquence de la classe des zingibéracées et marantacées est donc moins abondante après Cephalonema qu'après Corchorus et Sida, tandis que les semenceaux des arbustes et arbres sont de loin plus nombreux sous couvert d'Abroma.

Comme autres objets de comparaison :

	Classe 6—7	
	Fréquence	Hauteur moyenne
Manioc + Bananier. . .	28	41 cm.
Cephalonema	58	67 »
Manioc — Lianes . . .	37	36 »
Manioc	21	19 »

Enfin, quand on compare la rotation Turumbu à d'autres rotations plus longues qui se terminent soit par arachide, soit par une culture mixte de haricot, soit encore par arachide ou soja suivi d'Abroma ou de Cephalonema, on obtient les indices de recolonisation suivants :

	Age de la jachère	Classe		
		5	6—7	
		Fréquence	Fréquence	Haut. moy
Rotation Turumbu typique	6 ans	22	29	68
» » suivie d'une culture d'arachide	4 1/2 ans	30	32	120
» » suivie d'une culture de maïs et haricots	4 1/2 »	34	39	125
» » suivie d'une plante à fibre annuelle	3 1/2 »	21	28	76
» » suivie d'une culture de légumes et terminée par Abroma ou Cephalonema	4 ans	12	36	113

Dans ce tableau nous constatons que :

1° La rotation Turumbu quoique la plus courte n'est pas la plus favorable à l'établissement de la jachère;

2° La même rotation allongée soit d'une culture d'arachides, soit d'une culture mixte de haricots et maïs, soit encore d'une plante à fibre annuelle montre des indices de recolonisation au moins égaux, voire même supérieurs à ceux de la rotation Turumbu pure;

3° Sur les soles où la rotation Turumbu a été suivie d'une culture de soja ou d'arachides enfin recouverte d'une plante à fibres arbustive pluriannuelle, on s'aperçoit que les individus de la classe des marantacées-zingibéracées sont moins nombreux tandis que la fréquence et le développement végétatif des arbustes et arbres sont de loin supérieurs à ceux de la rotation Turumbu.

Ces chiffres ne font que mieux étayer les constatations énoncées précédemment, à savoir :

1° l'action retardatrice du manioc;

2° l'influence favorable d'une plante sarclante après une rotation dans laquelle le manioc intervient;

3° l'intérêt qu'il y a de terminer la rotation par une plante à port dressé.

Dans la rotation Turumbu on peut dire que la jachère commence dès la récolte du manioc. Cependant, nous attirons encore l'attention sur les faibles fréquences de la classe des zingibéracées et marantacées sous couvert d'Abroma.

Pour terminer signalons un fait intéressant observé au champ XI. La partie Ouest de ce champ était occupée par la bande de protection de l'ancienne route de N'Gazi. De ce fait, la forêt secondaire avait été abattue depuis plus de dix ans sur une profondeur de vingt mètres. Au moment de la mise sous culture, cette partie était couverte d'une parasoleraie, tandis que le reste du champ était encore sous forêt secondaire. Les rendements de paddy furent de loin supérieurs sous parasoleraie que sous forêt : 1.850 Kg./Ha. dans le premier cas contre 1.050 Kg. pour le reste. La jachère a un développement plus rapide sur le placeau antérieurement recouvert de parasolier. Les indices de recolonisation exprimés en pourcentage de la moyenne du champ sont:

fréquence classe 5	164 %.
fréquence classe 6-7	70 %.
hauteur moyenne 6-7	173 cm.

Ceci semblerait montrer que l'action bienfaisante de la parasoleraie se fait non seulement sentir sur les cultures mais aussi sur la vigueur de la jachère après défrichement.

b) RELEVES PHYTOSOCIOLOGIQUES.

Concurremment avec les relevés statistiques, des relevés sociologiques d'après la méthode BRAUN BLANQUET permettront de se faire une idée de l'évolution floristique des recrûs après les diverses cultures et modes culturaux.

Nous donnons ci-après des relevés exécutés dans les parcelles de dégradation de la Division Forestière par M. GERMAIN, Chef de la Division de Botanique.

Les parcelles ont été abattues en juin 1939 et semées en riz dans le courant 1940, l'une — 48/24 — fut abandonnée, l'autre — 48/23 — fut plantée d'arachide, tandis que les deux dernières portèrent en plus une et deux cultures de manioc.

Nous remarquons d'après ce relevé que la parcelle ayant porté uniquement du riz est à un stade évolutif relativement beaucoup plus avancé que la parcelle où le cycle cultural était riz et arachide.

Relevés	48/24	48/23	48/22	48/21
STRATE ARBORESCENTE (plus de 9 m. de haut)				
Recouvrement	100 %	100 %	78 %	70 %
Hauteur	10 à 19 m.	10 à 19 m	10 à 13 m.	10 à 13 m.
Eléments de la parasoleraie et de la forêt secondaire:				
Musanga Smithii	5.5 (26)	5.5 (48)	5.5 (14)	5.5 (24)
Macaranga Laurentii	2.1 (13)	1.1 (7)	+ 1 (2)	+ 1 (3)
Macaranga monandra	—	1.1 (5)	+ 1 (1)	+.1 (1)
Macaranga spinosa	—	1.1 (5)	—	+ 1 (1)
Harungana madagascariens	+.1 (3)	+.1 (2)	—	—
Croton Mubango	+.1 (1)	+.1 (1)	—	—
Morinda geminata	+.1 (3)	—	+ 1 (1)	—
Vernonia conferta	+.1 (1)	—	—	+.1 (1)
Fagara macrophylla	+.1 (1)	—	—	+.1 (1)
Combretodendron africanum	+.1 (3)	—	—	+.1 (3)
Maesopsis Eminii	—	—	+ 1 (1)	+.1 (1)
Autres essences	(7)	—	(3)	(3)
Total	(58)	(68)	(22)	(38)
STRATE ARBUSTIVE (5 à 9 m.)				
Recouvrement	35 %	20 %	30 %	20 %
Eléments de la parasoleraie et de la forêt secondaire:				
Caloncoba Welwitschii	3.2 (38)	1.1 (9)	2.1 (15)	+.1 (5)
Musanga Smithii	+.1 (1)	+.1 (2)	+.1 (3)	+.1 (3)
Macaranga Laurentii	+.1 (6)	+.1 (6)	+.1 (1)	+.1 (4)
Macaranga monandra	+.1 (1)	+.1 (5)	—	+.1 (1)
Myrianthus arboreus	+.1 (1)	+.1 (1)	+.1 (2)	—
Conopharyngia durissima	+.1 (2)	+.1 (8)	—	+.1 (1)
Ficus mucuso	+.1 (1)	+.1 (1)	—	+.1 (2)
Combretodendron africanum	+.1 (5)	—	+.1 (2)	+.1 (1)
Vitex Welwitschii	+.1 (1)	—	+.1 (2)	+.1 (1)
Vernonia conferta	—	+.1 (1)	+ 1 (3)	—
Autres essences	(20)	(26)	(5)	(10)
Total	(76)	(59)	(33)	(30)
Elements de la forêt primitive:				
Albizzia gummifera	+.1 (1)	+.1 (2)	+.1 (1)	—
Staudtia gabonensis	+.1 (1)	+.1 (4)	—	+.1 (1)
Scorodophloeus Zenkeri	+.1 (5)	+.1 (1)	—	—
Sarcocephalus sp.	+.1 (3)	+.1 (1)	—	—
Celtis Brieyi	+.1 (1)	+.1 (1)	—	—

Relevés	48/24	48/23	48/22	48/21
Guarea sp.	+.1 (4)	+.1 (1)	—	—
Ongokea Gore	+.1 (1)	—	+.1 (1)	—
Panda oleosa	—	+.1 (3)	+.1 (1)	—
Autres espèces	(14)	(5)	—	(1)
Total	(30)	(18)	(3)	(2)
STRATE FRUTESCENTE (1m50 à 5 m)				
Recouvrement	95 %	90—95 %	90 %	90 %
Eléments de la parasoleraie et de la forêt secondaire:				
Herbes érigées et lianiformes				
Trachyphrynium Liebrechtsianum	3.3	3.3	1 2	+.2
Palisota ambigua	+.2	2.2	+.2	1.2
Palisota brachythyrsa	+ 1	3.2	+ 2	+.2
Palisota Schweinfurthii	+ 2	1 2	1 2	+ 2
Petits arbustes et jeunes sujets de la strate arbustive				
Caloncoba Welwitschii	3 1	2 1	1.1	2.1
Alchornea floribunda	1 1	3.1	1 1	—
Scaphopetalum Thonneri	1 1	+.1	+.1	+.1
Mussaenda stenocarpa	+.1	+.1	+ 1	+ 1
Cuviera angolensis	+ 1	+.1	+ 1	+ 1
Heinsia pulchella	+.1	+.1	+ 1	+ 1
Cola marsupium	+ 1	+.1	+ 1	+.1
Caloncoba glauca	+.1	+.1	—	+.1
Buchnerodendron speciosum	—	1.1	+.2	+ 1
Lianes diverses				
Dioscoreophyllum Cumminsii	2.2	1.1	3.2	2.2
Manniophyton africanum	2 1	2.1	2.1	—
Amaralia cf. *heinsioides*	+.1	1 1	+.1	1.1
Morinda confusa	+.1	+.1	+ 1	+.1
Leptactinia Seretii	+.1	+.1	+ 1	+.1
Dalbergia isangiensis	+.1	—	2 1	+.1
Urera hypselodendron	—	—	2 1	2.2
Uncaria africana	—	—	1 1	2.3
Sabicea discolor.	—	—	1.1	1.1
Ipomoea involucrata	—	—	+ 1	1 2
Sabicea Johnstonii	+.1	—	—	1.1
Eléments des cultures				
Manihot utilissima	+ 1	—	+ 2	3 3

REGENERATIONS (hautes tiges) de la strate arborescente et espèces pionnières des stades ultérieurs.

	48/24	48/23	48/22	48/21
Eléments de la parasoleraie:				
Nombre d'espèces	4	9	8	9
de pieds	(14)	(19)	(14)	(20)
Eléments de la forêt secondaire:				
Nombre d'espèces	23	22	16	14
de pieds	(50)	(47)	(50)	(29)
Eléments de la forêt primitive:				
Nombre d'espèces	33	18	11	18
de pieds	(70)	(35)	(21)	(35)
Total des hautes tiges	(134)	(101)	(85)	(84)

Relevés	48/24	48/23	48/22	48/21
STRATE HERBACEE (jusqu'à 1m25 de hauteur)				
Recouvrement	10 à 30 %	30 à 40 %	50 %	70 %
Eléments propres:				
Alchornea yambuyaensis	3.2	2.1	2.1	2.2
Coinochlamys angolana	1.1	1.1	3.1	1.1
Olax viridis	1.1	+.1	2.1	+.1
Buforrestia imperforata	+.2	1.2	1.3	1.2
Commelina capitata	1.2	1.2	+.2	+.2
Coleotrype Laurentii	+.2	1.2	+.2	+.2
Uragoga peduncularis	1.2	1.1	+.1	+.1
Nephrolepis	+.2	+.2	2.2	+.2
Elytraria acaulis	+.1	1.1	2.1	+.1
Alsodeiopsis Staudtii	+ 1	+.1	1.1	+.1
Dicranolepis pulcherrima	+.1	+.1	+.1	+.1
Selaginella Myosurus	—	+.3	+.3	2.3
Cyathula globosa	+.1	+.1	+.1	—
Dorstenia convexa	+.1	+.2	—	+ (1 pied)
Bertiera gracilis	+.1	+ 1	—	+ 1
Mostuea Batesii	—	+.2	+ 2	+.2
Palisota Barteri	—	+.1	+ 1	+ 1
Calvoa sessiliflora	—	+.1	+.1	+.1
Asystasia Vogeliana	—	+.1	+.1	+.1
Paspalum conjugatum	—	+ 1	+ 1	+.3
Plantules et jeunes plants:				
De la parasoleraie :				
Nombre d'espèces de plantules	4 (10)	6 (14)	3 (14)	3 (5)
De la forêt secondaire :				
Nombre d'espèces de plantules	11 (76)	9 (58)	12 (75)	5 (14)
De la forêt primitive :				
Nombre d'espèces de plantules	21 (209)	17 (148)	17 (154)	15 (51)
	(295)	(220)	(243)	(70)

Remarque. — Les chiffres entre parenthèses se rapportent à des dénombrements.

II. — Jachères dirigées.

a) *Jachères de graminées d'une durée de trois ans comparées à d'autres jachères.*

Deux essais orientatifs de superficie réduite ont été amorcés dans les terrains de plateau épuisés par un cycle cultural assez long. Ces deux parcelles situées dans les anciens champs de la Division des Plantes vivrières furent couvertes l'une de *Panicum maximum*, l'autre de *Paspalum notatum*.

Nous donnons un historique schématique de ces parcelles.

Chronologie	Parcelle de Paspalum notatum	Parcelle de Panicum maximum
Abattage de la forêt primaire	1934 A	1932 B

1933-1939 : cultures — 2 cycles de 3 ans. Riz, arachides, manioc et une année de jachère de Pueraria.

Rendements des dernières cultures		
Arachides	727 Kg/Ha (1939 A)	938 Kg/Ha (1939 A) 1.339 Kg/Ha (1940 A)
Riz	764 Kg/Ha (1939 B)	657 Kg/Ha (1939 B)

1940 · semis *Calopogonium-Pueraria*, la couverture est imparfaite, le feuillage montre des signes de carence.

Fin 1940 à 1945 : Essai culture mixte manioc. Le bananier reste chétif et beaucoup de pieds de manioc sont pourris (maladie bactérienne).

1945 Juin: mise en place des éclats de souches . .	premier bouturage	premier bouturage
1945 Décembre	deuxième bouturage	deuxième bouturage
1945 à 1948.	jachère	jachère
Réouverture . . .	Mars 1948	Mai 1948
Rendements observés:		
Riz 111/1	—	1.994 et 2.797 Kg/Ha (deux coupes)
Coïx	—	867 Kg/Ha
Maïs var. 120 jours . .	—	1.831 »
Maïs var. 90 jours	617 Kg/Ha	1.860 »
Arachide A.65 .	1.527 »	1.568 »
Soja S.E.10 . .	55 »	insignifiant
Phaseolus angularis . . .	371 »	755 Kg/Ha
Phaseolus Mungo .	—	711 »
Ignames SCO 14 .	17.109 »	13.079 »
Patates douces T.A.1 . .	4.222 »	9.278 »
Patates douces T.A.142 . .	—	7.675 »

De ce tableau, il ressort que les graminées ont restauré partiellement la fertilité du sol. Dans les deux cas, les rendements d'arachides sont intermédiaires entre ceux observés sur les plateaux en quatrième saison après forêt et les rendements des îles. Sont aussi très beaux, les rendements du riz, du maïs et des *Phaseolus Mungo* et *angularis* après *Panicum*, et des *ignames* après *Paspalum notatum*. Mais l'aspect végétatif du coïx n'est pas brillant. Que ce soit après *Paspalum notatum* ou *Panicum maximum* les patates douces quoique montrant un beau développement végétatif ont donné de très faibles rendements. En général, les cultures après *Paspalum notatum* sont moins belles qu'après *Panicum maximum*. Il faut sans doute en chercher la cause dans l'épais feutrage formé par les racines de *Paspalum notatum*.

Mais avant de tirer des conclusions de ces chiffres, il faudrait tenir compte qu'en fait la terre a profité d'un très long repos de huit années et l'efficacité de ce système cultural dépend avant tout de la durée des cultures qu'il sera possible de réaliser après la jachère.

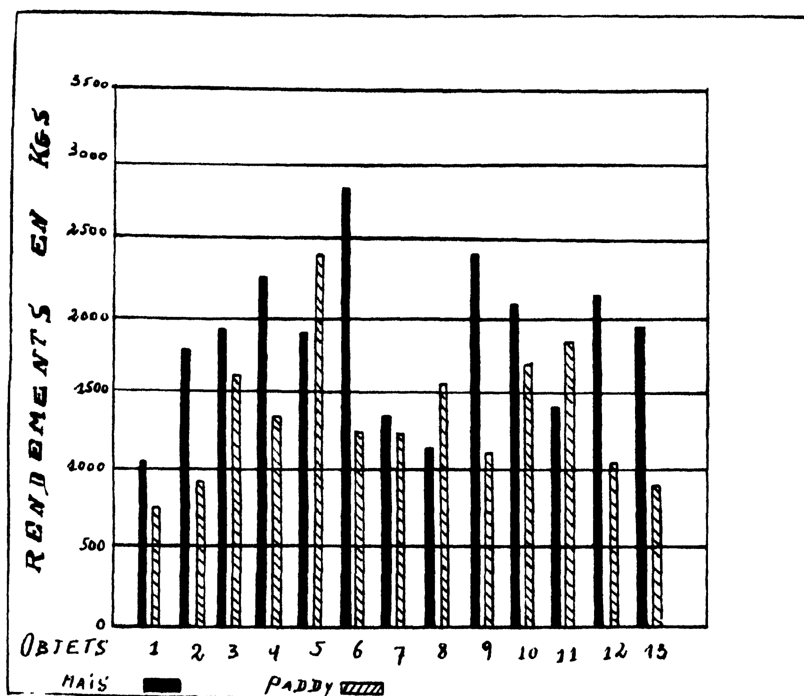
* *

En vue d'obtenir de premières indications sur la valeur restaurante des graminées, sept espèces furent étudiées en examinant la production simultanée de riz et de maïs.

Parallèlement à ces essais culturaux, et, dans un but de comparaison, des cultures furent conduites sur des parcelles portant une essence ligneuse pure et sur des parcelles de légumineuses.

L'historique des parcelles étudiées est le suivant : jusque fin 1937, elles étaient sous forêt primitive. Après abattage et incinération une couverture de *Pueraria* fut installée; la majorité des parcelles ne subirent pas d'autre traitement jusque fin 1945.

Nous donnons ci-après la chronologie des traitements de chacune des parcelles et les rendements Maïs-Riz observés en saison 1948 A et traduits par le graphique ci-après :



Mise sous	le	Rendement Ha Maïs	Rendement Ha Riz	Observations
1. *Echinochloa pyramidalis*	2/10/45	1.020	740	
2. *Panicum maximum*	9/10/45	1.725	900	
3. *Setaria megaphylla*	9/10/45	1.920	1 660	installées à partir d'éclats de souche
4. *Melinis minutiflora*	19/10/45	2.260	1.365	
5. *Brachiaria Eminii*	19/10/45	1.850	2.405	
6. *Cynodon plectostachyon*	20/9/45	2.840	1 210	
7. *Setaria sphacelata*	5/46	1 300	1.250	a porté de 1939 à 19 une culture d'agave
8. *Manihot* sp. (dit faux-manioc)	15/10/46	1.160	1.545	établi par bouturag
9. *Alchornea cordifolia*	8/ 6/46	2.465	1.150	» par semis
10. *Rauwolfia vomitoria*	26/ 6/46	2.110	1 705	» par semis
11. *Blumea balsamifera*	1940	1.420	1.810	» par bouturag
12. *Pueraria javanica*	1938	2.115	1.050	établi par semis
	1940	2.030	900	» par semis

La caractéristique de la jachère à graminées est son action déprimante sur la production du riz, nettement en opposition dans la plupart des cas avec les rendements en maïs. Pour certaines graminées, *Setaria megaphylla, Brachiaria Eminii, Setaria sphacelata,* qui elles occupaient une parcelle ayant porté sept années l'Agave, les chiffres de production riz-maïs se rapprochent fortement de l'allure de la courbe de *Rauwolfia vomitoria.*

Faisons remarquer que dans ces essais, à part *Blumea,* les jachères ligneuses étaient très jeunes et n'avaient vraisemblablement pas rempli entièrement leur rôle régénérateur.

Il faut cependant attirer l'attention sur les résultats acquis dans les mêmes conditions après un recrû de manioc qui couvrit le sol pendant sept années. Les résultats ne furent guère encourageants. Sur une sole nous avons obtenu les rendements suivants :

Riz III/I	1.430 Kg./Ha.	*Soja Otootan*	447 Kg./Ha.
Arachides	240 Kg./Ha.	*Phaseolus angularis*	66 Kg./Ha.

Le coïx a donné des rendements insignifiants.

Dans un autre placeau, les arachides A 20 et A 65 ont donné en première saison respectivement 1 719 Kg. et 1.097 Kg. d'amandes sèches à l'hectare. Mais en seconde saison les mêmes variétés ne donnent que 500 Kg. à l'hectare.

On peut donc en conclure, que dans nos conditions, une jachère de manioc âgée de six ans a été incapable de restaurer la fertilité du sol dégradé par huit années d'application du système cultural basé sur la jachère *Pueraria.*

b) *Jachères diverses.*

Le système cultural appliqué de 1933 à 1940 aux champs de la Division des Plantes Vivrières constitue l'essai le plus étendu d'application d'une jachère de légumineuses rampantes : mélange de *Pueraria* et de *Calopogonium.*

Dans ses grandes lignes, ce système cultural peut être caractérisé comme suit :

1° La durée de la jachère n'excédait pas un an;

2° Les plantes étaient cultivées à l'état pur;

3° Le sol subit de fréquents labours et sarclages.

En 1940, le paddy ne donnait plus que 1.362 Kg./Ha., l'arachide 191 Kg./Ha. et plus de la moitié des pieds de manioc étaient pourris à la récolte. Après sept années d'application, le paddy, le maïs, le soja, l'arachide et le sorgho étaient très irréguliers et donnaient des rendements insignifiants; force fut d'abandonner le terrain. Dans le

même ordre d'idées, deux essais systématiques comparant différentes jachères herbacées furent conduits de 1935 à 1938 sur sols de plateaux. Il s'agissait des essais E.D. 14 et E.D. 15. Nous en donnons ci-dessous le protocole et le résultat : l'essai E.D. 14 (1935-1937) fut établi en octobre 1935 sur sol supposé épuisé. Ce terrain avait été abandonné en 1932, à la jachère naturelle. Au moment de sa préparation pour l'essai, il était couvert d'herbes et de broussailles. La jachère fut ouverte les 24-28/10/1935 par l'ensemencement des différents objets, à savoir : a) *Pennisetum*, b) *Calopogonium*, c) *Paspalum*, d) *Pueraria*.

L'essai a été mis sous culture en deuxième saison 1937, soit un peu moins de deux ans de jachère. Le riz vint en première culture, l'arachide en seconde culture.

L'essai E.D. 15 (1936-1938) fut établi en avril 1936 aux champs XV et XXV. Durant la culture précédente, ces champs furent couverts au troisième trimestre de 1934 et restèrent sous *Calopogonium* jusqu'en fin de la saison 1935 A. En 1935 B, il fut semé du paddy, récolté en fin de 1935. Le champ resta à nu jusqu'en avril 1936, date à laquelle les parcelles de jachère furent délimitées, préparées et ensemencées. Avant semis, il fut procédé à un bêchage profond et des sarclages répétés. Ces divers objets sont :

a) *Calopogonium*.
b) Jachère naturelle.
c) *Cajanus indicus*.
d) *Pennisetum*.
e) *Pueraria*.
f) Culture continue, avec enfouissement d'engrais vert (*Crotalaria juncea*).

RÉSULTATS :

1) *Essai E.D. 14*. — Rendements de paddy observés en première saison après jachère.

	Première révolution.		Deuxième révolution.	
a)	*Pennisetum*	2.338 Kg./Ha.	*Pennisetum*	954 Kg./Ha.
b)	*Calopogonium*	1.722 Kg./Ha.	*Calopogonium*	366 Kg./Ha.
c)	*Paspalum*	1.756 Kg./Ha.	*Paspalum*	969 Kg./Ha.
d)	*Pueraria*	2.153 Kg./Ha.	*Pueraria*	813 Kg./Ha.

2) *Essai E.D. 15*. — Comparaison de la jachère de deux ans et de la culture continue suivies de trois cultures.

Culture	Culture continue	Jachère naturelle	Cajanus indicus	Calopogonium	Pueraria	Penniset
Riz 1938 A . . .	981	688	848	642	545	653
Arachides 1938 B	1.330	962	532	430	702	511
Riz 1939 A . . .	1.004	824	786	628	617	717

Malgré les rendements bas, la culture continue l'emporte.

Dans le premier cas, l'essai de la jachère n'a été établi que trois ans et demi après abandon du terrain. Il est évident que la jachère naturelle mélangée d'herbes et de broussailles a déjà amélioré le sol et, en fait, la jachère ne dura pas deux ans mais presque six ans. De ce fait aussi, il est très probable que les différents objets n'ont eu qu'une influence peu marquée. On ne connaît pas l'historique du champ et la chute de la productivité au moment de l'abandon de la sole. Les rendements de l'arachide ne sont pas extraordinaires. L'essai n'a pas été poussé jusqu'à la limite des rotations possible.

Dans le second cas, il n'y eut à proprement parler presque pas de culture sur le champ d'essai (une seule culture de riz) et s'il y avait épuisement, il faut l'attribuer au mauvais traitement du sol : essouchement, labour, jachère d'homogénéisation de *Calopogonium*, une culture de riz, sol laissé à nu entre la récolte du riz et l'établissement des différents types d'objets et non par exportation.

D'ailleurs, l'ordre de grandeur des rendements ne montre pas que la fertilité du sol ait été rétablie, et en juin 1939, le sol de toutes les parcelles de cet essai ressemblait plutôt à une route qu'à un champ de culture.

Ces résultats nous apportèrent l'évidence que sur les terrains des plateaux les jachères de légumineuses rampantes *Pueraria* et *Calopogonium*, des légumineuses dressées *Crotalaria juncea* et *Cajanus indicus*, celles de *Paspalum conjugatum* et de *Pennisetum purpureum* d'une durée moindre que trois ans n'étaient pas capables de maintenir la fertilité du sol. Nous attribuons l'échec de ces systèmes au fait que la jachère était trop courte, que le sol était mal protégé pendant les cultures : cultures pures, fréquents labours et surtout au fait que sur les sols des plateaux à nappe phréatique basse, la croissance des plantes de jachère était insuffisante pour restaurer la teneur en matières organiques et partant les bonnes qualités du sol.

Pour contrôler l'exactitude de ces déductions, nous entreprîmes de vérifier la valeur de la jachère à *Pueraria* sur des sols alluvionnaires légers à nappe phréatique très élevée. A ce jour, nous sommes en possession des résultats des premières cultures après jachère de *Pueraria* dans les sables blancs de Lilanda.

HISTORIQUE DES PLACEAUX D'ESSAIS DE LILANDA.

En 1943, la jachère forestière qui couvrait cette sole a été abattue et les indigènes y firent se succéder les cultures suivantes :

En 1944 : première saison : culture mixte de riz - maïs - manioc.
deuxième saison : manioc.

En 1945 : première saison : arachides et soja.

Le sol s'était montré particulièrement propice à la culture de ces deux légumineuses alimentaires.

Historique des champs: Année d'ouverture, rotation, nature et importance des lisières.

Nº du chp	Dimensions		ROTATIONS						Durée des cultures en saison	Age de la jachère	NORD	SUD	EST	OUEST
			1941 SAISON		1942 SAISON		1943 SAISON							
	E.W.	N.S.	A	B	A	B	A	B						
1	70	70	Riz-maïs	Manioc	Recrû manioc	Recrû manioc	Arachides	Triumfetta Corchorus	6	8	Recrû forestier et manioc	Recrû forestier et manioc	Arbustive	Chemin au delà de plage à manioc
2	100	35	Riz-maïs bananes manioc	Manioc	Recrû manioc				4	10	Forestière	Forestière	Forestière	Lisière arbustive et chemin
3	70	100		Riz-maïs	Recrû		Abroma Hibiscus Cephalonema Sida	Abroma	6	8	Forestière	Chemin et lisière forestière forte	Chemin et recrû manioc	Arbustive
4	100	35	Manioc maïs	Manioc	Recrû manioc	Arachides	Corchorus		5	9	Forestière	Arbustive et parasoliers	Forestière	Chemin et recrû manioc
5	70	70		Riz-manioc maïs	Manioc	Recrû manioc	Urena lobata		4	9	Forestière	Forestière	Forestière	Forestière
6	70	70	Riz-maïs	Manioc	Manioc	Recrû manioc	Arachides		5	9	Forestière	Forestière	Chemin de 7 m, pas de lisière	Forestière
7	70	70	Riz-maïs	Manioc	Manioc	Recrû manioc	Arachides Soja		5	9	Forestière	Recrû forestier de 4 à 5 mètres	Forestière	Recrû forestier
8	70	70	Recrû forestier				Corchorus		1	9	Arbustive	Forestière	Forestière	Forestière
9	100	35	Riz-maïs	Manioc	Manioc	Arachides	Corchor. Cephalonema		5	9	Arbustive	Chemin forestier	Arbustive avec présence manioc	Chemin et recrû forestier
10a	35	100	Riz-manioc	Manioc	Recrû manioc	Arachides	Corchorus		4	9	Recrû forestier et manioc	Arbustive	Recrû manioc, pas de lisière	Arbustive
10b	35	100		Maïs	Recrû	Soja-arachides	Sida				Recrû forestier	Arbustive	Recrû manioc, pas de lisière	Recrû manioc
11	100	35	Riz-maïs	Manioc	Recrû manioc	Bananes			4	10	Forestière	Arbustive	Forestière	Chemin et recrû forestier
12	70	70	Riz-maïs	Recrû forestier					1	13	Forestière	Arbustive	Arbustive	Forestière et chemin
13	70	70		Riz-maïs	Manioc	Manioc	Maïs haricot		4	9	Forestière	Recrû forestier	Recrû forestier	Forestière
14	70	70	Riz-maïs manioc	Manioc	Recrû	Soja-arachides	Abroma		5	9	Recrû forestier avec chemin	Forestière	Recrû forestier	Recrû forestier
15	70	70	Bananes en non incinéré				Cephalonema		5	9	Recrû forestier de 4 à 5 mètres	Forestière	Forestière	Grosse forêt
16	100	35	Recrû forestier		Abroma				2	10	Forestière	Arbustive	Arb. avec présence parasoliers	Arb avec presence parasoliers
17	70	100	Riz-maïs	Manioc		Recrû manioc	Arachides		5	9	Forestière	Chemin et recrû forestier	Forestière	Forestière et recrû
18	100	35	Recrû forestier	Urena lobata		Abroma	Abroma		4	9	Arbustive	Arbustive	Recrû forestier et manioc	Forestière
19	70	70	Riz-manioc maïs	Manioc bananes	Bananes rec. manioc	Recrû manioc			4	10	Recrû forestier de 4 à 5 mètres	Forestière	Forestière	Forestière
20	70	70	Manioc maïs	Manioc	Recrû manioc	Soja-arachides	Cephalonema		5	9	Forestière	Forestière	Forestière	Recrû manioc
21	70	100	Recrû forestier			Ur. lobata	Maïs Phaseolus		2	9	Forêt dense, taillis clair	Chemin et lisière forestière	Forestière	Forestière
22	100	35	Recrû forestier			Manioc Arachides Ur. lobata	Abroma	Abroma	3	8	Forestière et chemin	Abroma	Forestière	Forestière
24	100	35	Abattage du recrû forestier				Abroma	Abroma	2	8	Abroma	Fort recrû forestier	Recrû forestier et manioc	Forêt dense
26	70	70	Recrû forestier			Abroma	Abroma		2	9	Forestière	Forestière	Arbustive	Recrû forestier

Fin 1945, la Division des Plantes Vivrières y établit une collection de légumineuses de jachères. Près de 50 espèces y furent essayées. Après six mois, seul le *Flemingia* et le *Pueraria javanica* se maintinrent dans ce type de sol.

Au bout d'un an, une plage importante de *Pueraria* s'était constituée par l'envahissement des parcelles voisines portant *Panicum*, *Setaria*, jachère de manioc, etc.

En 1947 et 1948, des bandes de culture furent ouvertes à l'intérieur de cette plage. Sur une même bande, chaque année se succédaient deux cultures après lesquelles on laissait se refermer automatiquement par le *Pueraria* les bandes cultivées.

RENDEMENTS OBSERVES AUX PLACEAUX DE LILANDA EN KG./HA.

	1947	1948	
		1re saison	2me saison
Maïs var. 120 jours	1.800	2 166	1.932
Riz Rz 111/1	1.500	glumelles vides	1.392
Ca 497/V/7	—	402	758
Ca 902/b/3/3	—	765	654
Coïx 532/3/11/2	—	glumelles vides	—
Coix mél. (total de 2 coupes)	2 412	—	—
Arachides A.20	1.680	2 089	1 315
A.65	1.106	1 256	1.467
A.C.27	—	1 181	2 187
A.3617	—	1.561	3 013
A.3393	—	1.222	254
Soja Otootan	418	—	—
E.24	—	277	—
E.10	—	407	—
Phaseolus angularis	602	846	450
Aureus	—	937	463
Mungo	—	495	366
Mungo E.8	—	602	—
Vigna sinensis E.81	—	—	365
Ignames SCO 5	—	9.500	—
SCO 14	26.400	23.246	—
Patates douces T.A.1	12.830	5.490	—
T.A.55	—	2.005	—
Sésame E.103	—	338	—

Dans une sole contiguë qui avait subi le même traitement mais qui était couverte d'une jachère herbacée naturelle, mélange de *Panicum maximum* et de *Setaria megaphylla*, *Coinochlamys angolana* et quelques brins de manioc, nous avons observé les rendements suivants :

Tournesol E. 10	1.649 Kg.	Vigna E. 81	836 Kg.
Riz Ca 497/V/7	280 Kg.	Soja palmetto	317 Kg.
Riz Ca 902/B/3/3	437 Kg.	Phaseolus angularis	296 Kg.
Maïs var. 120 jours	1.791 Kg.	Ignames SCO 2	11.200 Kg.
Maïs var. 90 jours	1.020 Kg.		

Les indications principales qui peuvent se dégager de ces premiers chiffres sont :

1) Le maïs et l'arachide donnent de très beaux rendements :

2) L'igname SCO 14 a donné 26.400 Kg. en première saison 1947 et 23.246 Kg en première saison 1948;

Insistons sur les quelques beaux rendements de tournesol, *Vigna sinensis*, *Phaseolus angularis* et les *ignames* SCO 2 observés dans ces conditions après jachère herbacée naturelle de deux ans;

3) Les rendements de *Phaseolus aureus* et *Mungo* sont moyens, par contre,

4) Le développement végétatif du soja est très beau, mais les gousses sont presque entièrement vides et les graines pourries à la récolte;

5) Le coïx, le riz donnent des rendements plus que médiocres;

6) Les autres rendements sont inférieurs.

Les faibles rendements observés dans ces conditions sont, vraisemblablement dus à une déficience en un ou plusieurs éléments minéraux. Le paddy montrait des signes de carence en P_2O_5. Aussi l'application d'engrais minéraux aux cultures et à la jachère semble être nécessaire pour maintenir ce système.

Par ailleurs, nous avons éprouvé dans différents milieux d'autres légumineuses rampantes et à port dressé. Le but de cette étude était de trouver des plantes capables de régénérer le sol pour être intégrées sous forme de sous-jachère.

Les *Flemingia congensis*, *rhodocarpa* et *faginea*, le *Desmodium lasiocarpum*, le *Pueraria* et le *Canavalia ensiformis* sont les seules plantes qui pourraient jouer un rôle dans l'un ou l'autre milieu.

Sur les terres de plateaux, les *Stizolobium Deringianum*, *Stizolobium atterrinum*, *Centrosema Plumieri* montrent des signes de carence; ils ne sont pas résistants à la sécheresse et dans un sol épuisé se laissent dominer par le *Paspalum conjugatum*.

PREMIERS RESULTATS DES ESSAIS DE MISE EN CULTURE DES ILES.

La mise en culture des îles a été tentée à la suite des considérations suivantes :

1° Une bonne partie des plantes vivrières ont un haut coefficient de transpiration;

2° Nos sols sont très pauvres, et de plus, des éléments sont drainés vers les parties basses : marais, rivières (alluvions de rivières et fluviatiles);

3° Prix de revient élevé des plantes vivrières cultivées sur les plateaux : abatages défrichements annuels, destruction de la forêt, une seule récolte d'une espèce et une rotation de seize ans.

Au cours de l'année 1947, nous avons exécuté des essais orientatifs de superficie réduite dans deux îles de formation différente; une île couverte d'*Alchornea cordifolia*, l'autre prairie aquatique d'*Echinochloa pyramidalis*. Les résultats encourageants recueillis au cours de cette première campagne nous incitèrent à amplifier ces tentatives

En 1948, nous avons repris nos essais dans trois îles de formation différente : une île à *Alchornea cordifolia* et deux îles à *Echinochloa pyramidalis* d'âge différent. La superficie totale des six placeaux mis sous culture était de 2 Ha. 50. Nous y avons semé les espèces suivantes :

Graminées : Riz, Maïs, Coïx.

Légumineuses : Arachides, Soja, *Phaseolus angularis* et *Mungo*

Plantes à fibres : *Urena lobata, Corchorus capsularis, Corchorus olitorius, Crotalaria jancea, Sida cordifolia et Sida rhombifolia, Abroma augusta* et *Boehmeria nivea.*

Les îles mises sous culture sont situées en face du poste d'Isangi, au confluent de la rivière Lomami. Il s'agit des îles dénommées Tuli, Tuli moke 1 et Tuli moke 2.

Avant la mise en culture, nous avons fixé les caractéristiques du milieu. Le tableau ci-joint résume les caractéristiques du sol des îles Dans un bref aperçu sur la végétation, nous donnerons ici, en résumé, les composants les plus importants des deux stades étudiés.

Prairie aquatique (hauteur moyenne : 1 à 1.50 m.).

Iles Tuli I et II.

5.5. **Echinochloa pyramidalis**	+.1. *Leersia hexandra*
+.1. *Vossia cuspidata*	+.1. *Commelina nudiflora*

Groupement a Alchornea (hauteur moyenne : 5 à 7 m.).

Iles Tuli III,

5 5. **Alchornea cordifolia.**

Ce groupement héberge diverses lianes, dont :

Aniseia uniflora	*Vigna vexillata*
Calonyction speciosum	*Cercestis congensis*
Ipomoea div. spp	*Agelaea Dewevrei*
Mucuna flagellipes	Cucurbitacées div spp.

Parmi les pionniers des groupements forestiers subséquents, les plus communs sont :

Ficus mucoso	*Casearia congensis*
Bridelia micrantha	*Chrysobalanus chariensis*
Spondianthus glaber	*Deinbollia Laurentii*
Oxystigma Buchholzii	*Lannea Welwitschii*
Trichilia retusa	*Octoknema borealis*
Pseudospondias microcarpa	*Eriocoelum microspermuma*

RENDEMENTS OBSERVES.

D'une façon générale, la végétation est vigoureuse, les plantes sont saines et indemnes de maladies, leur coloration est glauque. Le développement végétatif de toutes les espèces et variétés cultivées dans ce milieu dépasse de loin celui observé en tout autre endroit. Le comportement de l'*Urena lobata* et des *Corchorus* est à ce point de vue très typique : alors que tous les essais de culture sur les plateaux furent un échec, ces plantes atteignent dans les îles un développement végétatif considérable et très uniforme. Jusqu'à ce jour nous n'avons pas constaté d'attaques d'Altises qui ravageaient les parcelles de plateaux.

Plantes	Rendements par hectare Kg.	Ile cultivée	Rendements obtenus la même année sur plateaux Kg.	Observations
Legumineuses:				
Arachides : A.65	2 254	Tuli II	1 100	amandes sèches
A.20	2 816	Tuli III	1.100	» »
Soja Palmetto	2 642	Tuli I	400-600	graines sèches
Ototan	2.947	Tuli I	700-800	» »
Phaseolus angularis	2.004	Tuli III	850	» »
Graminees:				
Mais var. 90 jours	1 626	Tuli III	1.057	graines sèches
Riz Ca 902 b/3/3	4 180	Tuli III	2.800	et tararées
Ca 902 b/2/1	3 360	Tuli III	2.450	»
Ca 902 b/2/2	3.250	Tuli III	2 650	»
Plantes a fibres:				
Boehmeria nivea	8.000	Tuli I	200-300	en tiges sèches
Corchorus capsularis	1 084	Tuli I	peu	fibres textiles
Corchorus olitorius	1 040	Tuli I	peu	» »
Crotalaria juncea	1.045	Tuli I	peu	» »
Sida rhombifolia	1 091	Tuli III	727	» »
Urena lobata	1.348	Tuli I	peu	» »

Quoique la végétation soit en général très florissante sur toutes les îles, des différences très sensibles existent suivant le type. C'est ainsi que le riz est splendide sur Tuli III, mais est de développement moins vigoureux sur Tuli I et II, tandis que le soja a donné ses plus hauts rendements sur défrichement de prairie aquatique.

D'ores et déjà, il semblerait que certaines espèces, telles *Abroma*, *Sida* et *Boehmeria nivea* ne supportant pas les inondations, ne sont pas en place dans les prairies aquatiques, leur cycle végétatif étant trop long.

Cependant pour la culture de toutes les autres espèces, ce milieu est le plus riche et le plus favorable que l'on ait jamais rencontré dans

nos régions. L'exemple le plus frappant est celui de l'*Urena lobata* et des *Corchorus* dont la culture avait été abandonnée sur terre de plateaux, tandis que les résultats enregistrés sur les alluvions fluviatiles laissent entrevoir des possibilités d'une production industrielle.

Par contre, il semblerait que la culture de certaines espèces telles que le maïs ne soit pas plus avantageuse dans ce milieu qu'en d'autres stations.

Mais, là aussi comme partout ailleurs, il conviendra de trouver les modalités les plus rationnelles d'exploitation, afin de connaître les possibilités maximales de chaque plante. C'est ainsi que le paddy semé trop densément avait entièrement versé. Par contre, l'écartement du maïs était trop lâche. Quoi qu'il en soit, ce n'est guère qu'après une mise au point des méthodes d'aménagement et des adaptations culturales et après avoir spécialisé pour ce milieu des variétés et lignées que l'on pourra déterminer les cultures qu'il sera économiquement profitable d'étendre sur les îles.

Pour donner une idée de l'importance superficielle de ces atterrisements de haute fertilité nous avons estimé à 4.700 Ha. la surface des îles sur un tronçon de 60 kilomètres avec une largeur moyenne de 3 kilomètres, dans les environs de Yangambi.

Attirons aussi l'attention sur la grande facilité et la grande économie des transports des produits bruts et finis retirés des îles et des terres alluvionnaires.

* * *

En nous résumant, dans la région équatoriale et dans le cadre indigène, les cultures continues de plantes saisonnières ne furent jamais entreprises ou bien furent un échec ou un appauvrissement poussé du sol. Seules les peuplades tirant modérément profit des qualités du sol étaient parvenues à maintenir à celui-ci un potentiel de production. Cette méthode dispendieuse, tant pour la durée des cultures que pour le manteau forestier fut la seule qui soit parvenue à s'harmoniser avec les conditions du milieu et à s'y maintenir. A part des conditions édaphiques spéciales, les projets de raccourcissement de la période de jachère ne donnèrent guère de résultats positifs. Après quelques rotations force était d'en revenir aux vieux systèmes indigènes.

Le caractère xérophytique de certains de nos sols est vraisemblablement le véritable obstacle à une agriculture évoluée, et s'oppose aux méthodes modernes de fertilisation. L'apport de matières organiques massives ne peut rien pour le sol, bien au contraire, tandis que l'adjonction d'eau permettant le développement d'une microflore plus variée parvient à maintenir le potentiel de productivité de nos sols. Le système de la jachère forestière à bilan d'eau moins déficitaire assurera une régénération plus certaine des sols fatigués par la culture. C'est dans ce système que les apports de matières minérales pourraient vraisemblablement donner des résultats *positifs et tangibles*.

C'est dans ce cadre également que les jachères raccourcies a graminées ou autres plantes herbeuses doivent être entreprises, cycles à courte période répétés avec retour possible à une véritable période de repos et de régénération.

CONCLUSIONS

1° *Définition de l'aire de production vivrière :* pour le Congo, tenant compte de la topographie, des conditions de milieu, des facilités de transports et de la population, c'est la cuvette qui devrait fournir l'appoint pour l'exportation.

2° *Facteurs de production dans la cuvette centrale :* la culture des plantes saisonnières dans la cuvette congolaise est nettement défavorisée quant aux facteurs de production : climat, sol, distance de transport, vis-à-vis d' autres régions équatoriales ou subéquatoriales. Force nous est de ménager les facteurs de production, principalement le sol.

3° *Fertilité relative des terres :* dans cette région toutes les terres ne possèdent pas le même potentiel de production. Par ordre de fertilité, nous avons les alluvions lourdes, les alluvions sablonneuses et les terres de plateau.

4° *Aire de répartition des cultures* . ces différents sols ne conviennent pas pour la culture de toutes les plantes vivrières, la nappe phréatique étant un facteur important dans leur constitution propre.

5° *Traitement des sols :* vu leur constitution, la rotation devrait être nécessairement différente : jachère forestière, jachères à graminées dans les endroits frais.

6° *L'assolement :* l'étude de l'assolement devrait être revue sur les bases de nouvelles acquisitions pédobiologiques.

7° *Fin de l'assolement :* c est un élément déterminant pour le rétablissement de la jachère.

8° *Systèmes culturaux :* le caractère xérophytique de certaines de nos terres est un obstacle sérieux pour l'agriculture continue. Tout traitement favorisant une accumulation en évitant une déperdition d'eau mérite d'être essayé.

Ce manque d'eau pourrait être un obstacle à l'enrichissement de nos terres par apport d'amendements divers.

9° *Importance de la jachère forestière* . la seule pratique culturale assurant d'une façon continue la régénération du potentiel de production est la jachère forestière.

10° *Normes de nutrition des indigènes :* la rotation des autochtones, déséquilibrée d'après les normes modernes de l'alimentation rationnelle et pour le travail à fournir, gagne à voir de nouvelles plantes introduites dans la rotation, soja, arachide, ainsi que le bétail qui jouera un rôle important dans la période de repos.

11° *Mécanisation :* l'augmentation du potentiel de production par l'emploi de moyens mécaniques devra se faire graduellement et porter en premier lieu sur le traitement des produits et le transport; et sur la culture proprement dite quand des modes culturaux définitifs auront fait leurs preuves.

12° *Education des populations rurales :* celle-ci ne peut être entreprise que par le groupement des agriculteurs en noyaux basés sur leurs coutumes ancestrales coopératives. Avant d'augmenter la production, il faut lutter contre l'inertie congénitale de l'indigène.

BIBLIOGRAPHIE

1/1945. BERNARD, E. — *Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise.* Publ. INEAC, 240 p, Bruxelles

2/1947. GROEGAERT, J — *Note sur quelques sols à cacaoyers au Congo Belge.* C. R. de la Semaine Agricole Yangambi, p. 582.

3/1947. GROEGAERT, J. et LIVENS, J. — *Variabilité et corrélations de quelques constantes chimiques dans les sols de Yangambi.* C. R. Semaine Agri. Yangambi, p. 655.

4/1948. DE CRAENE, A. — *De la jachère en verger.* C. R. Semaine Agri. Yangambi, p. 199.

5/1948. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J — *Sur quelques phénomènes de dispersion des colloïdes dans les sols du Congo Belge.* C R. Semaine Agri Yangambi, p. 636.

6/1948 D'HOORE, J. et FRIPIAT, J — *Essai de classification des éléments d'un sol après un degré croissant de complexité* C. R Semaine Agri. Yangambi, p. 670.

7/1948. D'HOORE, J. L. — *Les composés du Fer dans le sol. Quelques notes concernant leur composition, leur rôle, leur étude et leur importance.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

8/1948. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J. — *Structural variations of Yangambi* (Belgian Congo) *Soils.* Soil Science, 1948, 65-91 — 104.

9/1948. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J — *Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi (Congo Belge).* Série Scientifique INEAC, à paraître.

10/1948. FOCAN, A. — *Sur quelques notions texturales dans les Sols du Congo Belge.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

11/1948. FOCAN, A. F., D'HOORE, J. L. et FRIPIAT, J J. — *Essai de classification des types de sol de la région de Kamama.* C. R. Semaine Agr. Yangambi, p. 557.

12/1948. FOCAN, A. et LIVENS, J. — *Aperçu sur les types de sols entre Stanleyville et Buta.*

13/1948 FOCAN, A. et MULLENDERS, W. — *Communication préliminaire sur un essai de cartographie pédologique et phytosociologique dans le Haut-Lomami.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

14/1948 FRIPIAT, J. J. — *Note sur le comportement vis-à-vis de l'eau de quelques sols du Congo Belge.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

15/1948. FRIPIAT, J. et D'HOORE, J. L. — *Etude de la variation de la structure de sols soumis à différents modes de traitements à Yangambi.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

16/1948. GERMAIN, R. et LAUDELOUT, H. — *Variations du recrû forestier et de la microflore du sol sous Hévéa.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

17/1947. GILBERT, G. — *Note pour le cours de Sylviculture tropicale.* Louvain.

18/1945. GILBERT, G. et FOCAN, A. — *De la nécessité d'une nouvelle orientation dans la politique agricole congolaise.* C. R. Semaine Agr. Yangambi, p. 152.

19/1947. GOUROU, P. — *Les pays tropicaux. Principes d'une géographie humaine et économique.* Colonies et Empire, première série, n° 3, 196 pp., Paris.

20/1947. HENDERICKX, J. — *Note sur la conservation de la fertilité du sol dans les cultures de hautes altitudes du Congo.* C. R Semaine Agr. Yangambi, p. 94.

21/1947. HENRY, J. — *Le ravitaillement des populations de la zone équatoriale forestière et la conservation du sol.* C. R. Semaine Agr. Yangambi, p 307.

22/1947. KUCZAROW, W. — *Observations sur le dosage de la matière organique dans les sols du Congo.* C. R Semaine Agricole Yangambi, p. 589.

23/1947. KUCZAROW, W. — *Remarque sur le charbon de bois dans les sols du Congo.* C R Semaine Agricole Yangambi, p. 663.

24/1947. KUCZAROW, W. — *Quelques considérations sur l'influence des jachères à graminées sur le sol de Yangambi.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

25/1948. LAUDELOUT, H. — *Quelques caractéristiques microbiologiques du sol des îles du Fleuve Congo.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

26/1948. LAUDELOUT, H., D'HOORE, J. L. et FRIPIAT, J. J. — *Influence des micro-organismes sur certaines propriétés physico-chimiques des sols de Yangambi.* C. R Conf Afr des Sols Goma 1948.

27/1948 LAUDELOUT, H et GILBERT, G — *Quelques caractéristiques microbiologiques de profils de forêt de la Cuvette Centrale.* C. R. Conf. Afr. des Sols Goma 1948.

28/1947 LECOMTE, M. — *Culture cotonnière et conservation du sol.* C R. Semaine Agr. Yangambi, p. 65

29/1947. LIVENS, J. — *Caractéristiques pédologiques de quelques palmeraies naturelles et artificielles au Kwango-Kasai.* C. R Semaine Agri. Yangambi, p 570

30/1947. LOECKX — *Sur un essai d'enrichissement de la jachère naturelle.* C. R. Semaine Agr. Yangambi, p 182

31/1947. MAES, J. — *Observations sur les jachères naturelles et artificielles de la région de Gandajika.* C. R. Semaine Agr Yangambi, p 179.

32/1933. THORNTWAITE, C M. — *Climates of the Earth* The Geographical Review, XXIII, n° 3, pp 433-440

Quelques considérations sur la jachère à graminées

par

W. KUCZAROW,
Assistant à la Division d'Agrologie de l'I.N.E.A.C.
Directeur du Laboratoire de Pédologie à Yangambi

La rapide chute de fertilité des sols tropicaux est suffisamment connue, aussi les moyens de les conserver et de restituer leur état initial ont fait l'objet de nombreuses études. On attache actuellement de plus en plus d'importance à la jachère à graminées. Les premiers travaux publiés sur cette question renseignent que certaines graminées influencent favorablement les qualités du sol. Cette influence, variable d'une espèce à l'autre, semble s'exercer surtout sur les facteurs physiques du sol (structure). MARTIN (3-4), en se basant sur le pouvoir agrégeant des graminées a dressé un tableau groupant une trentaine d'espèces suivant leur pouvoir régénérateur (4). Jusqu'à présent, les connaissances sur l'influence des graminées sur les facteurs chimiques du sol restent insuffisantes et les études faites dans ce sens n'ont pu déceler de différences significatives (3).

La présente note résume l'ensemble des résultats d'analyses effectuées au Laboratoire de Pédologie de l'I.N.E.A.C. à Yangambi sur les sols de parcelles de quelques graminées. Les parcelles étaient installées par la Division de Botanique de l'I.N.E.A.C. Toutes les données culturales, concernant l'enracinement des graminées, la première récolte obtenue après la jachère, etc. ont été fournies par M. R. GERMAIN, chef de cette Division. Le terrain choisi pour les parcelles d'essais a été jusqu'à fin 1937 sous forêt primitive. Après son abatage et l'incinération, le sol a été protégé par une couverture de *Pueraria javanica*, obtenue par semis au cours de la même année. Cette légumineuse est restée sur le terrain durant huit ans. Les graminées ne furent introduites que vers la fin de 1945 après enlèvement partiel du *Pueraria* et enfouissement du restant. Après deux ans et demi de jachère à graminées, le sol fut occupé par maïs, riz et arachides. Les échantillons du sol qui ont servi pour l'analyse ont été prélevés avant l'introduction de ces dernières. Les profils furent creu-

sés jusqu'à 120 cm. et les échantillons pris tous les 10 cm. jusqu'à 60 cm. de profondeur et tous les 20 cm. jusqu'au fond des profils.

L'ensemble de l'essai comportait l'étude de 9 graminées occupant chacune une parcelle de 2-3 ares.

1. *Echinochloa pyramidalis*
2. *Setaria megaphylla.*
3. *Panicum maximum.*
4. *Brachiaria Eminii.*
5. *Melinis minutiflora.*
6. *Cynodon plectostachyon*
7. *Axonopus compressus.*
8. *Rynchelytrum roseum.*
9. *Setaria sphacelata.*

Nous ne citerons dans cette note que les résultats d'analyse en rapport avec les six premières espèces. Les autres ont dû être écartées, vu les irrégularités constatées au cours de leur végétation.

Afin d'avoir les points de comparaison permettant la mise en relief des modifications apportées par les graminées au sol, on a prélevé des échantillons dans la parcelle restée sous *Pueraria*, ainsi que dans la forêt primitive hétérogène. Les valeurs analytiques trouvées pour les graminées ont pu ainsi être comparées à celles du sol à l'état initial. Avant l'enlèvement des graminées, on a procédé à la détermination de l'abondance de leur enracinement à des profondeurs différentes. Le rendement de la première culture de maïs étant également déterminé, nous avons pu le mettre en relation avec les résultats des analyses. Le terrain choisi pour l'essai était de nature sablonno-argileuse, un peu plus léger jusqu'à 40-50 cm. de profondeur. La fraction de 0-0,02 mm. (argile + limon) oscillait autour de 30 %, dont 1-3 % de limon. Le sable fin (0,02-0,2) constituait, suivant les parcelles, 16-20 %, le sable grossier 50-60 % du sol.

Le graphique I donne la composition texturale moyenne des profils.

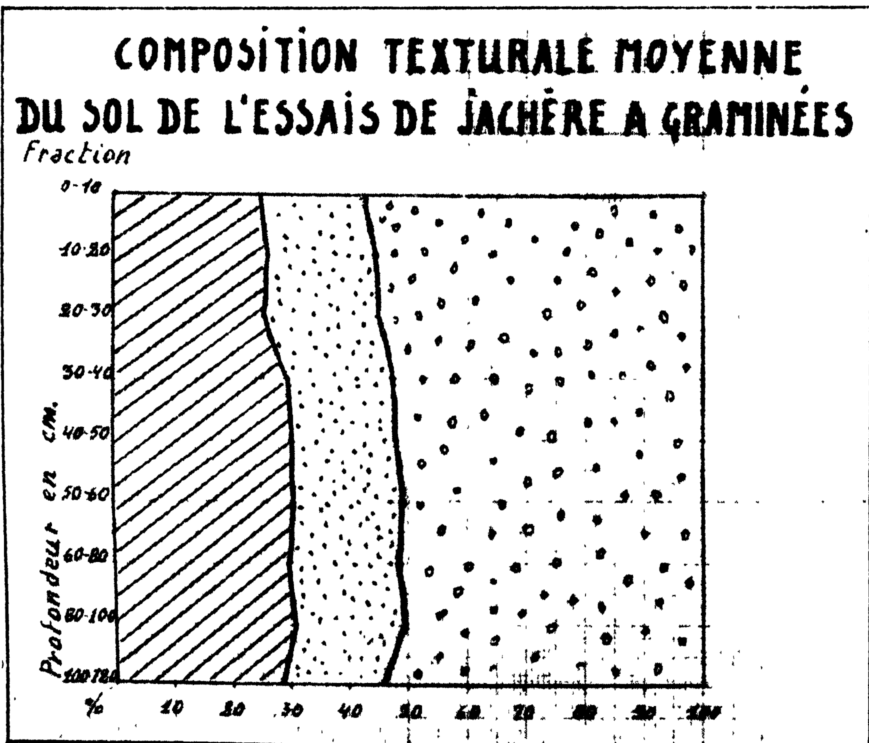
Bien que les parcelles fussent dispersées sur une superficie d'à peine un hectare, nous avons pu relever quelques profils plus lourds (jusqu'à 40 % de la fraction de 0-0,02 mm.). Afin d'éviter les erreurs pouvant résulter des variations texturales (1-2), les profils s'écartant de la moyenne générale ont été éliminés.

Parmi les facteurs physiques, nous nous sommes limité à déterminer l'influence comparative des graminées sur l'agrégation. Comme facteurs chimiques, ont été dosés : Carbone organique, P_2O_5, Bases échangeables totales et pH.

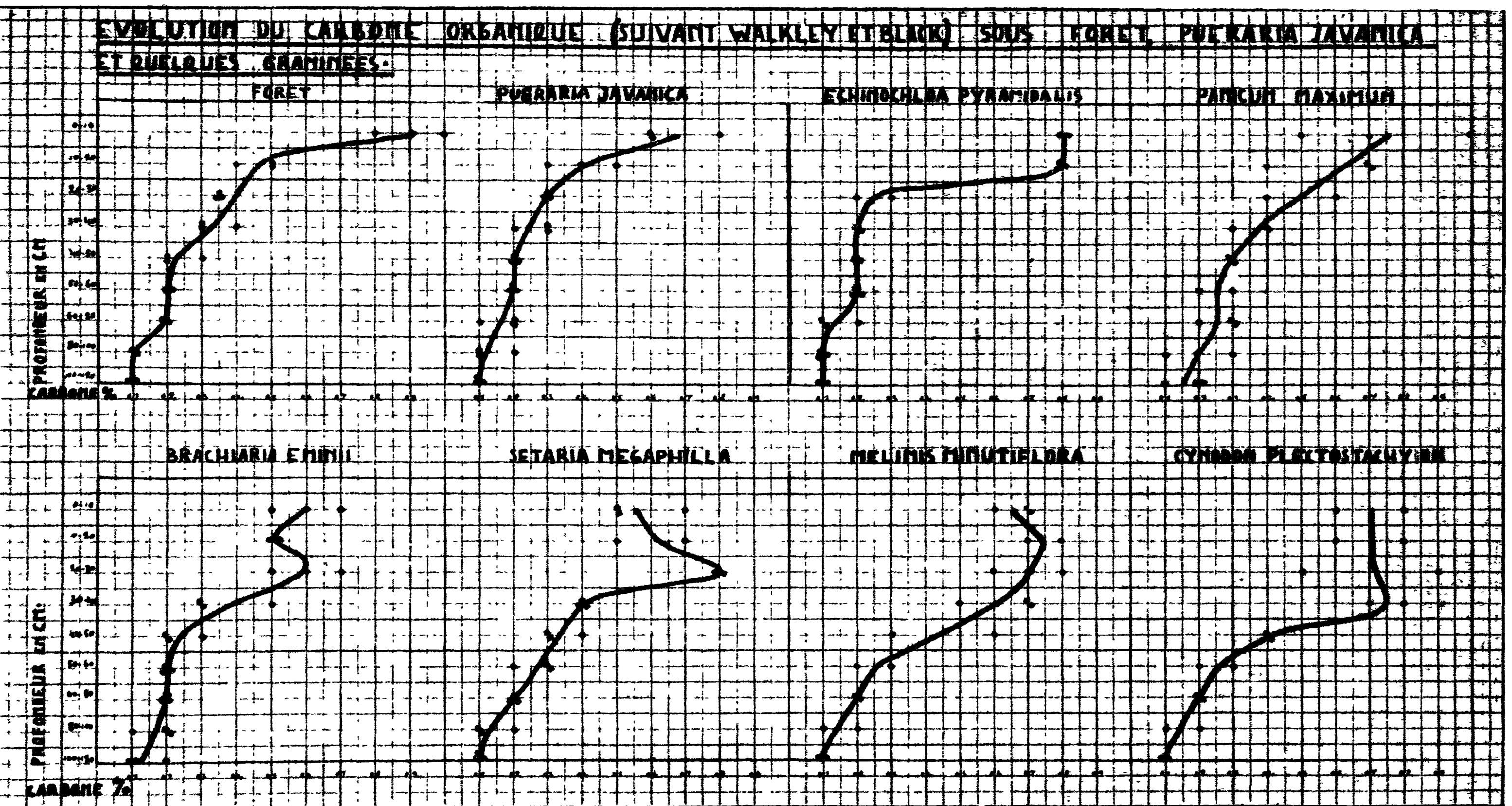
Les analyses ont été faites sur toute la profondeur des profils.

AGREGATS

La détermination des agrégats a été effectuée suivant le procédé de TIULIN (6). On sait que cette méthode s'attache à mesurer les agrégats stables dans l'eau et consiste en tamisage du sol (humidifié, au préalable, par capillarité) sous l'eau. Les fractions de 2 mm., 1 mm., 0,5 mm. et 0,2 mm. furent déterminées. L'interprétation des résultats a été rendue difficile par la nature même du sol contenant de 50 à 60 % de sable grossier. Ce dernier était recueilli sur les tamis successifs et pesé comme agrégats. Il est naturel que le sable, même ne faisant pas partie des agrégats, joue un rôle structural dans le sol. Il serait toutefois inexact de lui attribuer la même valeur qu'aux agrégats. L'analyse du sable de nos parcelles nous a appris que la limite supérieure de sa dimension était voisine de 1 mm. et qu'ainsi la fraction des gros agrégats (> 2 mm.) échappait à l'inconvénient cité. Les valeurs obtenues pour cette fraction se situaient, dans les 20 cm. supérieurs des profils, dans les limites de 9,5 à 20 %. Au fond des profils, elles étaient très voisines (7-8 %). Le tableau ci-dessous classe les profils étudiés suivant leur teneur en agrégats dans la couche de 0 à 40 cm. de profondeur.



Graphique 1.


EVOLUTION DU CARBONE ORGANIQUE (SUIVANT WALKLEY ET BLACK) SOUS FORET, PUERARIA JAVANICA ET QUELQUES GRAMINEES.
FORET
PUERARIA JAVANICA
ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS
PANICUM MAXIMUM
BRACHIARIA EMINII
SETARIA MEGAPHILLA
MELINIS MINUTIFLORA
CYNODON PLECTOSTACHYUM
PROFONDEUR EN CM
CARBONE %

Graphique 2.

	% agrégats > 2 mm.
Setaria megaphylla	17,2
Panicum maximum	15,4
Echinochloa pyramidalis	14,0
Melinis minutiflora	12,7
Brachiaria Eminii	11,1
Cynodon plectostachyon	9,4
Pueraria javanica	12,9
Forêt primitive	16,8

Nous notons que la gradation obtenue pour d'autres profondeurs était semblable à celle de 0 à 40 cm. Afin de faire ressortir le pouvoir agrégeant comparatif des graminées de l'ensemble des fractions des agrégats, tout en évitant la faute occasionnée par le sable grossier, nous avons procédé à la soustraction de la somme des agrégats (> de 2 mm. à > 0,2 mm.) la valeur correspondante du sable grossier. Cette opération a été faite pour chaque profondeur de toutes les parcelles. Les chiffres obtenus donnent des valeurs purement comparatives, mais expriment nettement l'état d'agrégation de chaque parcelle. En classant les parcelles suivant la valeur décroissante, nous retrouvons une gradation semblable à celle qui a été constatée pour les agrégats > 2 mm.

Setaria megaphylla	38,0
Panicum maximum	35,3
Melinis minutiflora	34,6
Echinochloa pyramidalis	32,7
Cynodon plectostachyon	32,4
Brachiaria Eminii	31,2
Pueraria javanica	36,4
Forêt primitive	39,6

De l'ensemble des résultats, on peut conclure que *Pueraria* a diminué le taux des agrégats du sol initial de la forêt. *Setaria megaphylla* et *Panicum maximum* ont favorisé l'agrégation, tandis que par rapport à *Pueraria* les 4 autres graminées avaient tendance à la diminuer. Nous notons un fait singulier concernant le *Cynodon plectostachyon* dont les profils, à l'enracinement le plus abondant et le plus riche en matières organiques, se sont révélés peu agrégés.

FACTEURS CHIMIQUES

L'essai ayant été effectué sur un sol chimiquement pauvre, les valeurs analytiques obtenues étaient relativement basses et les écarts entre les analyses s'approchaient souvent de la faute analytique. Seul le grand nombre de déterminations a permis de tirer de l'ensemble des résultats les conclusions que nous rapportons.

Nous avons attaché, en outre, une grande importance à l'allure des courbes de répartition des éléments à travers le profil. Il est important de remarquer que, même dans les profils présentant des différences texturales, cette allure restait caractéristique pour la même graminée. Cette constatation constituait à notre avis un argument de valeur confirmant l'influence spécifique des graminées étudiées sur l'évolution des éléments dans le profil.

Nous rappelons que les profils ont été étudiés sur une profondeur de 120 cm. Les échantillons ont été prélevés tous les 10 cm. jusqu'à 60 cm. de profondeur et tous les 20 cm. pour la zone plus profonde. Nous avons limité l'analyse chimique à quelques déterminations de base : Carbone organique, P_2O_5, Bases échangeables totales et le pH. Vu la pauvreté du sol, la dissociation des Bases totales en éléments constituants n'a pas été faite.

Carbone organique.

Les déterminations du carbone ont été effectuées suivant le procédé de WALKLEY et BLACK. On sait que cette méthode, basée sur l'oxydation de la matière organique par le bichromate de potasse, ne mesure pas la totalité du carbone du sol, mais la fraction de la matière organique ayant déjà subi une certaine décomposition.

Le graphique 2 résume les résultats obtenus. En règle générale, les teneurs en carbone ont varié de 0,1 à 1 %. Les différences les plus marquées ont été constatées dans les premiers 60 cm. de profondeur. Plus bas, la courbe prend une allure semblable pour toutes les parcelles.

Forêt.

La répartition du carbone est typique pour les profils des forêts de la cuvette congolaise, l'accumulation des matières organiques en surface et leur infiltration graduelles vers la profondeur.

Pueraria javanica. — Huit ans de cette culture ont peu influencé l'allure de la courbe. La diminution des matières organiques est toutefois nette, surtout en surface. Elle reste sensible pour les premiers 50 cm. En profondeur, on retrouve des valeurs semblables à celles de la forêt.

L'introduction *de graminées* a notablement modifié la répartition du carbone. Nous rappelons que les graminées sont restées sur les parcelles deux ans et demi, période qu'on peut considérer suffisante pour que la répartition caractéristique des éléments soit atteinte pour chaque espèce (5).

Echinochloa pyramidalis. — A favorisé l'enrichissement en matières organiques des 20 cm. superficiels. On y trouvera des valeurs

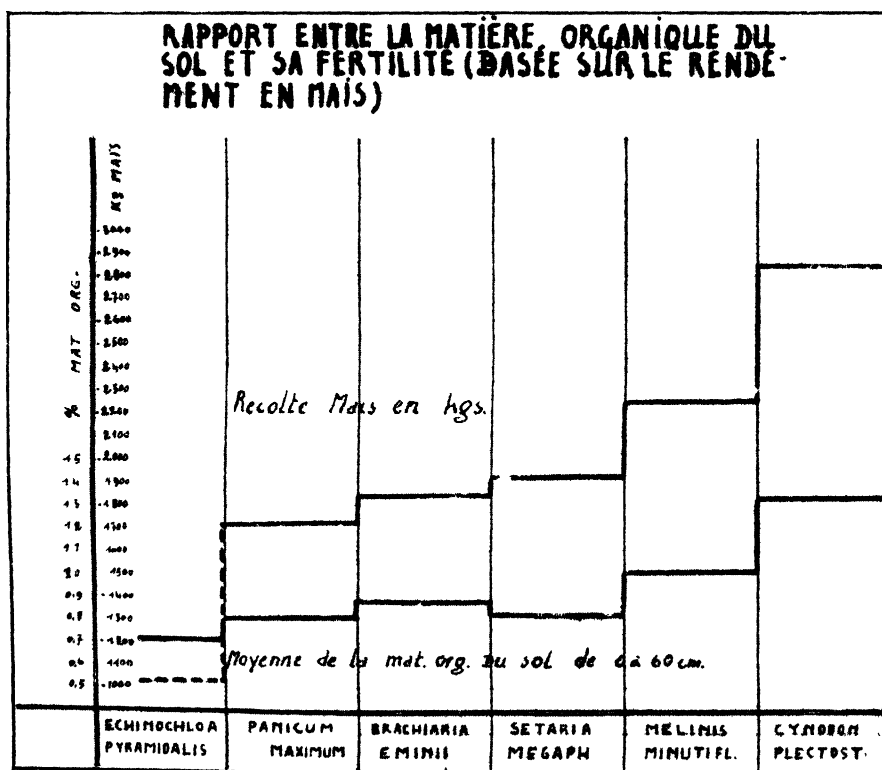
moyennes dépassant celles de la forêt et du *Pueraria*. Par contre, à partir de 20 cm. se dessine une brusque diminution.

Panicum maximum. — En surface, la teneur en carbone est semblable à celle du *Pueraria*. En règle générale, le profil s'est enrichi sur toute la profondeur.

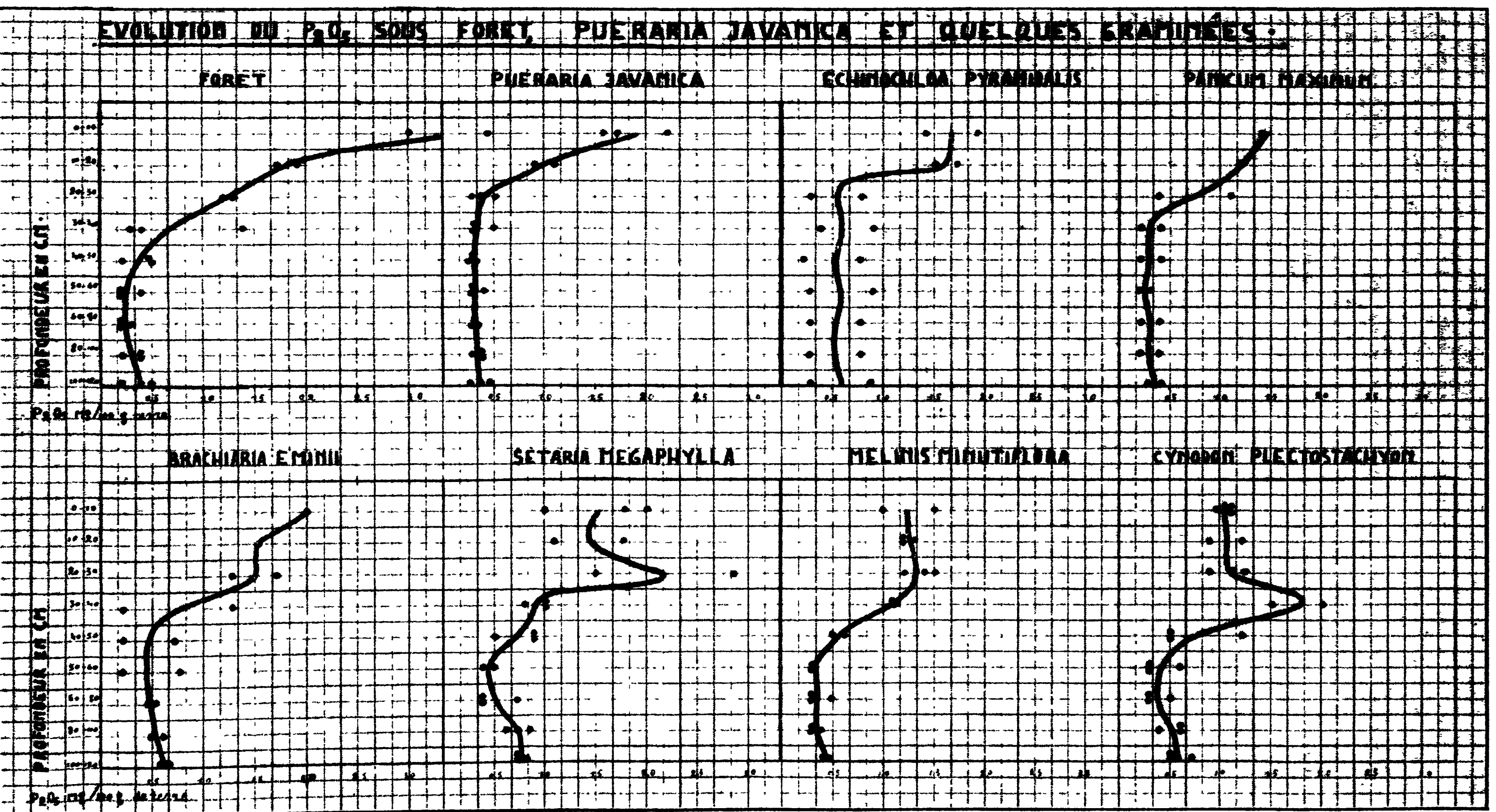
Brachiaria Eminii et *Setaria megaphylla*. — Par rapport aux précédents, les profils de ces graminées accusent un léger appauvrissement en surface. Par contre, vers 30 cm. de profondeur, nous constatons une zone d'accumulation de matières organiques. A partir de 40 cm., leur diminution est rapide.

Melinis minutiflora. — La zone la plus riche est située vers 20 cm. Plus bas, la diminution est progressive jusqu'à 60-80 cm. A partir de 80 cm., la courbe est identique à celle de *Setaria megaphylla*.

Cynodon plectostachyon. — Les profils de cette graminée présentent la particularité d'être uniformément riches jusqu'à 40 cm. de profondeur. Dans la partie inférieure du profil, le taux de matières



Graphique 3.


EVOLUTION DU P_2O_5 SOUS FORET, PUERARIA JAVANICA ET QUELQUES GRAMINÉES.
FORET
PUERARIA JAVANICA
ECHINOCHLOA PYRAMIDALIS
PANICUM MAXIMUM
BRACHIARIA EMINII
SETARIA MEGAPHYLLA
MELINIS MINUTIFLORA
CYNODON PLECTOSTACHYON
PROFONDEUR EN CM

Graphique 4.

organiques décroît d'une manière semblable à celle des deux graminées précédentes.

En comparant les répartitions du carbone dans les profils sous les différentes graminées avec les profondeurs des enracinements correspondants, nous avons constaté qu'il existe une certaine similitude entre le poids de racines et le carbone dosé au laboratoire. Ainsi pour *Echinochloa pyramidalis*, à l'instar du carbone, la plus grosse partie des racines (80 %) est concentrée dans les 20 cm. superficiels. Par contre, l'enracinement du *Cynodon plectostachyon* a été très abondant jusqu'à 50 cm. de profondeur. A peine 10 % des racines dépassent cette zone. De toutes les graminées étudiées, l'enracinement du *Cynodon plectostachyon* a été le plus vigoureux. Semblable observation a été faite pour la matière organique. L'allure des courbes de l'enracinement des autres graminées peut être également rapprochée de celle des matières organiques.

Une autre constatation intéressante peut être mise en évidence en comparant les valeurs du carbone organique à l'importance de la récolte en maïs de différentes parcelles. Le graphique 3 juxtapose la courbe de la récolte à celle de la moyenne de la matière organique de 0 à 60 cm. de profondeur.

Afin de rendre la courbe plus expressive, nous avons représenté le carbone sous forme de matière organique, c'est-à-dire C × 1,724. L'existence d'un rapport entre le carbone et le rendement semble nette : sur les six graminées étudiées, seule la parcelle de *Setaria megaphylla* échappe légèrement à la règle générale. Pour les autres graminées, la courbe de la matière organique reflète fidèlement celle de la récolte. Nous tenons à faire remarquer que quoique la récolte de l'*Echinochloa pyramidalis* ait correspondu à la règle précitée, nous citons sa valeur à titre purement documentaire, étant donné le fait que la partie de la parcelle réservée au maïs ne correspondait pas à l'endroit de prélèvement des échantillons.

Malgré l'évidence du rapport, nous nous sommes gardé d'en tirer des fonctions mathématiques. La règle définitive, si elle est possible, ne pourra être établie qu'après des études supplémentaires et sur un nombre plus grand de graminées. Il serait également possible que, sur un sol d'une autre nature, les mêmes valeurs prennent des grandeurs différentes.

Phosphore organique.

Les résultats trouvés pour le phosphore s'échelonnaient de 0,2 à 3.5 mg. de P_2O_5 par 100 g. de terre. Le graphique 4 résume les valeurs obtenues.

La première constatation qu'on peut tirer de l'ensemble des courbes est leur ressemblance avec celle du carbone organique. Nous

y retrouvons la même décroissance du P_2O_5 vers la profondeur dans les profils de la forêt, le même appauvrissement en surface après la culture de *Pueraria javanica*. Pour les graminées, l'allure générale des courbes reste également semblable à celles du carbone et les zones d'enrichissement se dessinent aux mêmes profondeurs.

Toutefois, en comparant les résultats en valeur absolue avec les données de la récolte et l'enracinement, nous ne retrouvons plus de gradation aussi nette que celle qui a été constatée pour les matières organiques.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes du P_2O_5 de 0 à 60 cm. de profondeur :

Forêt	1.25	mg. de P_2O_5	par 100 g	de terre.
Pueraria javanica	0.70	»	»	»
Setaria megaphylla	1 20	»	»	»
Melinis minutiflora	1.01	»	»	»
Brachiaria Eminii	1.00	»	»	»
Cynodon plectostachyon	0.93	»	»	»
Echinochloa pyramidalis	0.90	»	»	»
Panicum maximum	0.60	»	»	»

Bases échangeables totales.

Les dosages ont été effectués suivant le procédé cité par P VAGELER (7). Comme il a été dit plus haut, le terrain choisi pour l'essai étant très pauvre en bases, il n'a pas été procédé à leur différenciation en éléments constituants. L'ensemble des résultats trouvés se répartissait dans les limites de 0,4 à 1,2 M.E. par 100 g. de terre. L'irrégularité entre les valeurs trouvées dans les profils différents de mêmes parcelles de graminées a été plus grande que celle constatée pour le carbone et le P_2O_5.

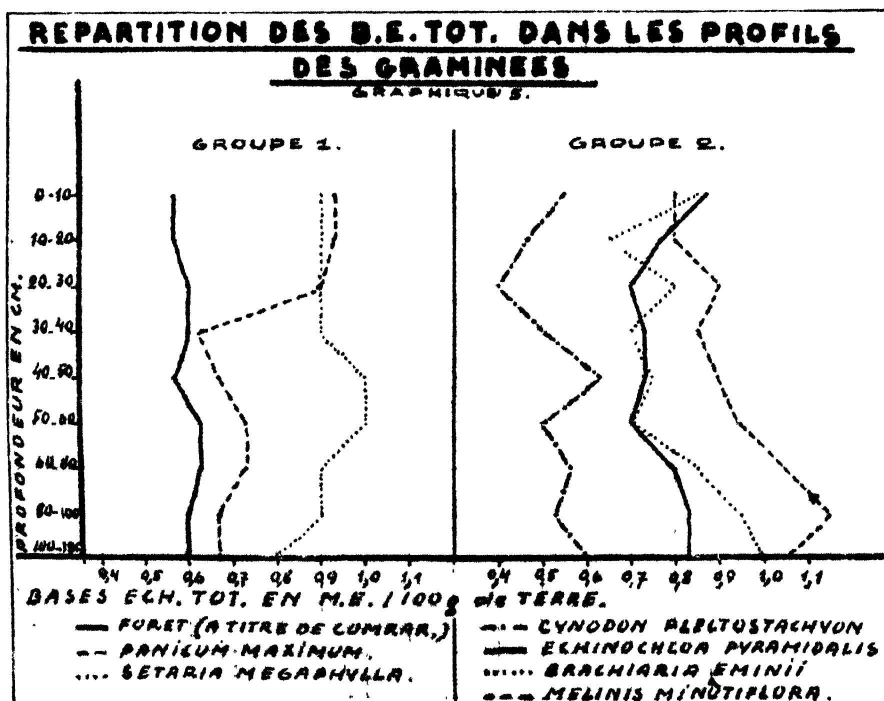
Nous avons remarqué une certaine similitude entre l'irrégularité des valeurs des B.E. et les variations texturales. Cette ressemblance ne constituant toutefois pas de règle générale, nous ne citons cette observation qu'à titre purement documentaire. Contrairement à ce qui a été constaté pour le C. et le P_2O_5, où à partir de 60 cm. de profondeur, les grandeurs trouvées étaient semblables pour toutes les parcelles, nous avons observé pour les Bases échangeables des variations jusqu'au bas des profils.

Sous *forêt* les teneurs en B. E. ont été relativement constantes sur toute la profondeur des profils et se situent aux environs de 0,6 M.E. *Pueraria javanica* a enrichi les profils en surface. Cet enrichissement reste sensible jusqu'à 60 cm. de profondeur. Plus bas, on trouve des valeurs semblables à celles de la forêt. Les profils sous *Panicum maximum* accusent une augmentation notable jusqu'à 40 cm. (0,9 M.E.).

Pour cette graminée la courbe de B. E. prend l'allure très semblable à celle du C et du P_2O_5. Les teneurs en bases sous *Brachiaria Eminii* sont irrégulières sur toute la profondeur. A partir de 60 cm. jusqu'au fond des profils nous avons constaté une augmentation progressive. La courbe d'*Echinochloa pyramidalis* est semblable à celle de Brachiaria. L'augmentation du taux de bases en profondeur est toutefois moins forte. Remarque semblable peut être faite pour la répartition des bases sous *Melinis minutiflora* avec cette différence que toutes les valeurs sont plus élevées. Les bases trouvées sous *Setaria megaphylla* oscillaient autour de 0,9 M. E. La courbe des profils s'approchait de la verticale. Les profils les plus pauvres ont été ceux du *Cynodon plectostachyon*. Contrairement aux autres graminées, qui par rapport à la forêt, ont accusé l'enrichissement des profils en Bases, ceux sous Cynodon étaient plus pauvres pratiquement sur toute la profondeur.

La représentation graphique de l'ensemble des résultats obtenus révèle la possibilité de distinguer pour les graminées étudiées deux groupes de courbes de répartition de bases dans les profils.

Groupe I : du type de la forêt, c'est-à-dire profils en règle générale uniformément riches, à l'exception des zones d'accumulation, soit en surface, soit en profondeur.



Graphique 5

Groupe 2 : profils présentant l'enrichissement en B. E. vers la profondeur.

Le graphique 5 représente les courbes de répartition des bases classées par groupes.

Le mécanisme suivant lequel la répartition semblable de bases a été atteinte est vraisemblablement en rapport avec l'influence spécifique des graminées. Nous n'avons pu trouver de relation entre les B. E. totales et l'enracinement. Il n'était pas non plus possible d'établir de rapports entre les bases et le rendement de la première culture du maïs.

Graminée	Richesse moyenne du profil en B.E.	Rendement en maïs.
Melinis minutiflora	0,94	2 261 K./Ha.
Setaria megaphylla	0,91	1.922
Brachiaria Eminii .	0,80	1.850
Echinochloa pyramidalis	0,77	1.020
Panicum maximum . .	0,76	1.727
Cynodon plectostachyon	0,53	2.840

Le pH a été mesuré par la méthode potentiométrique habituelle. L'ensemble de résultats obtenus se situant dans les limites de 4,1 à 4,8, l'allure de la courbe du pH dans les profils sous forêt était caractéristique pour la forêt de la cuvette congolaise, acidité plus forte en surface (4,3), une légère diminution vers 20-30 cm. de profondeur, plus bas, le pH reste relativement uniforme et se situe aux environs de 4,4-4,5. La culture de *Pueraria javanica* a augmenté le pH en surface (4,6). A partir de 30-50 cm., le sol devient plus acide que sous forêt (4,2). L'introduction des graminées a nettement modifié l'acidité du sol. Certaines d'entre elles ont diminué le pH initial de la forêt, d'autres l'ont augmenté. Le pH moyen de profils forestiers se situant aux environs de 4,4, nous avons subdivisé les graminées suivant l'acidité qu'elles ont conférée au sol en deux groupes.

a) Graminées qui par rapport à la forêt ont augmenté l'acidité : pH de 4,1 à 4,4.

b) Celles qui l'ont diminué : pH de 4,4 à 4,8.

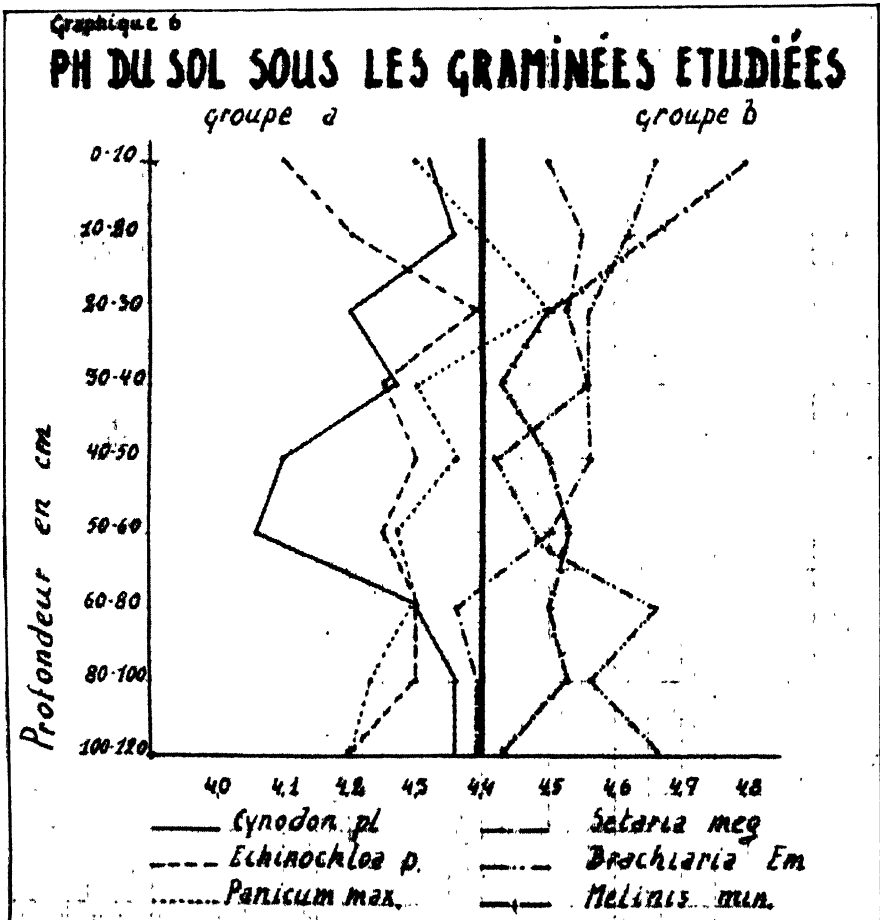
Le graphique 6 résume l'ensemble des résultats. Nous constatons que *Cynodon plectostachyon*, *Echinochloa pyramidalis* et *Panicum maximum* se révèlent être des graminées acidifiantes pour tout le profil; par contre, les jachères de *Setaria megaphylla*, *Brachiaria Eminii* et *Melinis minutiflora* augmentent nettement le pH.

Nous avons constaté, en outre, que les moyennes trouvées pour le pH sont dans les grandes lignes comparables à celles des bases échangeables totales et du P_2O_5.

GROUPE A.	pH	B.E. Tot.	P_2O_5
Cynodon plectostachyon ...		M.E./100 g. sol.	mg./100 g.
Echinochloa pyramidalis ..			de sol.
Panicum maximum	4,1-4,4	0,53-0,77	0,5 -0,8
GROUPE B.			
Setaria megaphylla			
Brachiaria Eminii	4,4-4,8	0,80-0,95 M.E.	0,80-1,0
Melinis minutiflora			

La comparaison entre l'abondance de l'enracinement et l'acidité du sol semble indiquer l'existence d'une relation directe entre les deux grandeurs. Ce rapport est net surtout dans les couches superficielles.

De l'ensemble des analyses effectuées, on peut conclure que l'influence spécifique des graminées sur les facteurs chimiques du sol est décelable par les méthodes chimiques habituelles. Bien qu'en



Graphique 6.

valeur absolue les différences trouvées soient faibles, elles sont expressives et leur reproductibilité est suffisante. Le fait que certaines graminées provoquent des enrichissements locaux, soit en surface, soit en profondeur, incite à conclure que dans des études semblables l'analyse détaillée de toute la rhizosphère peut seule donner l'image véritable de leur influence sur les facteurs chimiques.

Vu l'existence des enrichissements zonaux, on peut admettre que du point de vue chimique, la classification des graminées en bonnes et en mauvaises régénératrices du sol serait trop sommaire : il n'est pas exclu qu'une culture à l'enracinement faible se porterait bien après jachère d'une graminée ayant enrichi uniquement la couche superficielle *(Echinochloa pyramidalis)*.

Pour une culture à enracinement profond, la même jachère ne sera profitable qu'au début de la végétation et mauvaise dès que le gros des racines aura dépassé la zone d'accumulation. Dans ce cas, une jachère ayant moins enrichi le profil, mais plus profondément, sera plus avantageuse *(Cynodon plectostachyon)*.

C'est en partant de ces constatations que, dans cette note, tout en donnant les richesses en éléments sur toute la profondeur, nous avons adopté une classification arbitraire suivant la richesse moyenne des profils.

De toutes les déterminations chimiques effectuées, celles du carbone organique se sont révélées les plus intéressantes, car les valeurs trouvées ont pu être mises en rapport avec l'abondance de l'enracinement et la fertilité du sol basée sur la première récolte du maïs. Les constatations faites pour le pH, les B.E. et le P_2O_5 peuvent avoir également une portée pratique. Le fait que certaines graminées tendent soit à augmenter soit à diminuer l'acidité du sol et sa richesse chimique, peut avoir une influence sur la culture venant après jachère. Ceci semble être vrai surtout pour le pH. On sait combien certaines plantes sont exigeantes sous ce rapport.

Il est également intéressant de constater, dans certains cas, un manque de corrélation entre les matières organiques et les autres valeurs dosées. Ainsi, les profils de *Cynodon plectostachyon* les plus riches en matières organiques se sont révélés les plus acides, les plus pauvres en Bases et en P_2O_5. Il a été constaté, d'autre part, que l'acidité, les Bases et le P_2O_5 étaient en rapport assez étroit.

Quant à *Pueraria javanica* qui a servi de point de départ pour la jachère des graminées, il s'est révélé médiocre conservateur de la matière organique et du P_2O_5 et moyen en ce qui concerne le pH et les Bases échangeables.

Nous nous sommes limité à donner dans cette note les résultats obtenus sans en tirer des conclusions définitives. Ces dernières ne pourront être établies qu'après des essais culturaux systématiques plus détaillés, sur un nombre plus grand de graminées et sur des types divers de sols.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAVER, L. O. — *Factors contributing to the genesis of soil microstructure.* Amer. Soil Survey Assoc. Bull. 16. 1935.

2. CLARKE, G. B. and T J. MARSHALL. — *The Influence of Cultivation on Soil Structure and its Assessment in Soils of Variable Mechanical Composition.*

3. MARTIN, W. S — *Soils structure.* E. Afric. Agric. J. 9. 1944

4. MARTIN, W. S. — *Grass covers in their relation to soil structure.* Emp J. Expt Agr. 12. 1944.

5. TARUNTAEV, A. A. — *The role of perennial grasses in creating conditions of fertility in soils.* Sborn. Pam. W. R. Williams. 1942.

6. TIULIN, A. F. — *Questions on soil structure. Agregate analysis as a method of determining soil structure.* Perm. Agric Exp Sta, Div. Agr. Chem., 2, 77-122 (1928).

7. P. W. E. VAGELER — *De Analyse methoden van het Agrogeologisch Laboratorium van het Proefstation voor Thee. Buitenzorg* Archief voor de Theecultuur in N. I 1928.

8. WALKLEY, A. and BLACK, I. A. — *Soil Sci*, 1934. 37, 29-38

Note relative à l'amélioration du Sol en milieu indigène par l'application de la jachère

par J. MAES,
Ingénieur agronome colonial Lv.

Les investigations menées depuis 1936 chez les paysans indigènes, sous le contrôle de la Station de Gandajika, ont donné des résultats positifs démontrant la valeur réelle de la jachère naturelle pour le maintien de la fertilité et l'amélioration du sol. Nous citons ci-dessous des chiffres de rendements obtenus avant et après la jachère chez deux de nos paysans ayant terminé un cycle cultural et qui sont revenus sur leurs premières soles.

FERMETTE D'UN PREMIER PAYSAN

Les soles n° I et II ont été débroussées en 1939 et ont produit en 1940, 282 kilos de coton graines à l'hectare; les cultures successives ont été maïs et arachides, puis maïs avec manioc intercalaire et, ensuite, manioc jusqu'en 1943.

La jachère qui a succédé à cette série de cultures était constituée par la savane naturelle se composant surtout d'*Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia* sp., *Beckeropsis uniseta*, *Panicum maximum* et *Jardinea congoensis;* on y trouvait aussi quelques touffes de *Pennisetum purpureum* et des *Borassus flabelliformis*.

En 1947, la sole n° I, reprise en culture après cinq ans de friche, a donné 1.016 kilos de coton graines à l'hectare; en 1948, elle donnait successivement une récolte de 1.500 kilos de maïs grains, 866 kilos de coton graines avec, en plus, une récolte d'arachides et de haricots intercalaires.

La sole n° II a produit en 1948, après six ans de jachère, 1.037 kilos de coton graines à l'hectare.

FERMETTE D'UN DEUXIEME PAYSAN

La sole résidentielle et la sole n° I, défrichées pour la première fois en 1938, ont produit en 1939, 400 kilos de coton graines à l'hectare. Elles portèrent ensuite du maïs et des arachides, suivis de maïs

avec manioc intercalaire. En 1942, elles entrèrent en jachère. Celle-ci était caractérisée par la dominance de l'*Imperata cylindrica*. Sur la sole n° I, le paysan a obtenu en 1947, 670 kilos de coton graines à l'hectare. La saison suivante, il en a retiré une récolte de 1.660 kilos de maïs à l'hectare et 580 kilos de coton graines, en plus des cultures intercalaires de haricots et d'arachides.

En 1947, après six années de jachère, il obtient 828 kilos de coton graines à l'hectare sur sa sole résidentielle et successivement 1.600 kilos de maïs grains à l'hectare et 427 kilos de coton graines, en plus des cultures intercalaires d'arachides et de haricots.

Sur la sole n° II, débroussée en 1940, le rendement coton graines à l'hectare était de 403 kilos; elle reste en culture pendant trois années consécutives, suivies d'une friche de graminées de cinq ans; elle est reprise en culture en 1948 et rapporte 792 kilos de coton graines à l'hectare.

Actuellement, la jachère chez les paysans est constituée par la savane protégée contre les feux de brousse. Nous espérons améliorer la qualité de cette friche par l'introduction de *Pennisetum*.

Gandajika, le 23 septembre 1948.

Note sur quelques Maladies des Légumineuses d'ombrage et de couverture en Afrique occidentale

par

A. MALLAMAIRE.
Ingénieur I.A.A. et d'Agronomie Coloniale,
Directeur des Laboratoires des Services
de l'Agriculture de la France d'Outre-Mer.

Les Légumineuses d'ombrage et de couverture jouent un rôle très important dans le maintien de la fertilité du sol.

Dans les régions tropicales, l'épuisement des sols est accéléré par l'insolation et les températures élevées d'une part, par les pluies torrentielles, d'autre part.

La culture rationnelle des Légumineuses est un des moyens les plus efficaces pour conserver la fertilité des sols. Toute maladie ou tout insecte qui attaque les tiges, les rameaux ou les feuilles, réduit le « couvert » de ces plantes, et cause, par conséquent, un certain préjudice.

Dans cette note, il est donné un aperçu des principales maladies des plantes d'ombrage et de couverture, observées en Afrique Occidentale française, dans la région côtière du Golfe de Guinée.

POURRIDIES DES LEGUMINEUSES D'OMBRAGE ET DE COUVERTURE

Pourridié dû aux *Fomes lignosus* KLOTZCH*. — Ce champignon aux synonymies nombreuses = *Rigidoporus microporus* (SWARTZ. VAN OVER.) = *Fomes semitostus* AUCTT. (non BERK.), est l'agent du pourridié ou pourriture blanche du Caféier (4, 5, 6, 7), du Cacaoyer (6, 8), du Kolatier, de l'Hévéa, etc. Affection courante, en Afrique et en Asie, sur de nombreuses plantes cultivées ou spontanées et également

* M. le Professeur HEIM vient de ranger l'espèce dans le genre *Ungulina* (*U. lignosa* R. HEIM).

sur les Légumineuses telles que l'*Albizzia Lebbeck* BENTH. (6-7), le *Leucaena glauca* (LINN.) BENTH., le *Tephrosia candida* DC. et le *Cajanus indicus* SPRENG.

Le pivot et les racines de la plante attaquée se recouvrent d'une croûte formée de terre et de graines agglomérées par un fin mycélium blanchâtre à jaunâtre, pouvant apparaître sous forme de plaques blanches ou jaunâtres très adhérentes. Sous ces croûtes, le mycélium forme des cordonnets blanchâtres ou jaunâtres.



(Cliché A. Mallamaire.)

FIG. 1.
Carpophores du *Fomes lignosus* fructifiés sur souche. Les gorlis ou arbres contre la lèpre *(Oncoba echinata)* et les jeunes pieds de *Tephrosia* voisins ont été tués par le pourridié.

Les fructifications du parasite se manifestent sous forme de consoles rouge brun, concentriquement zonées; elles sont formées d'un tissu brun orange; les tubes sont orangé clair. Quand les pivots parasités sont de faible diamètre, le carpophore en fait le tour, prenant ainsi une forme circulaire particulière. L'infection peut se réaliser à

partir des spores qui germent dans le sol et développent leur mycélium dans les détritus ligneux; l'infection la plus courante cependant se réalise à partir de vieilles souches d'où partent des rhizomorphes qui infectent les blessures. C'est ainsi que dans les plantations de Caféiers, de Cacaoyers, d'Hévéas, l'affection s'étend souvent en « tache d'huile » et commet des dégâts importants.

Certaines espèces spontanées sont particulièrement sensibles : *Albizzia gummifera* C. A. SMITH (*A. sassa* MAC BRIDE), *Albizzia ferruginea* BENTH., *Ficus asperifolia* MIQ., *Ficus exasperata* VAHL., *Eriodendron anfractuosum* DC., *Musanga Smithii* R. BR., *Piptadenia africana* HOOK. (7) et leurs souches hébergent rapidement le champignon.

D'autres, par contre, au bois beaucoup plus dur et probablement en raison de certains composants chimiques du bois, sont beaucoup plus résistants à l'attaque des Polypores. Citons parmi les espèces de la grande forêt : *Chlorophora excelsa* BENTH. et HOOK., *Afzelia africana* SMITH., *Erythrophleum guineense* G. DON., *Lophira procera* A. CHEV.

Le *Leucaena glauca* et l'*Albizzia Lebbeck* sont des espèces d'ombrage assez couramment utilisées en Afrique tropicale dans la culture du Caféier et du Cacaoyer, concurremment avec :

Derris dalbergioides BAKER (= *Deguelia microphylla* VAL.);

Enterolobium Saman PRAIN (= *Pithecolobium Saman* BENTH.);

Gliricidia sepium (JACQ.) STEUD. (= *Gliricidia maculata* H. B. et K.);

Cassia siamea LAM. (= *Cassia florida* VALH.);

Mimosa bracatinga HOEHNE.

Chacune d'elles a ses avantages et ses inconvénients. Le *Leucaena glauca* et l'*Albizzia Lebbeck* ont été très employés, notamment au début de la culture extensive du caféier. Puis, on s'est aperçu pour le *Leucaena* que le semis naturel de jeunes plantes qui se faisait sous les premiers pieds plantés jouant ainsi le rôle de pieds-mères, obligeait à des coutelassages fréquents, aujourd'hui très onéreux et l'engouement pour cette légumineuse d'ombrage a considérablement diminué. D'ailleurs, ces coutelassages fréquents, couramment pratiqués au coupe-coupe ou machète favorisent considérablement l'extension des pourridiés dus au *Fomes lignosus*. Les moignons de tiges de 1 cm. de diamètre environ coupés à quelques centimètres du sol deviennent rapidement la proie du champignon et les risques d'infection des espèces cultivées qui peuvent également être blessées au collet lors du nettoyage, augmentent considérablement.

Dans les plantations d'Hévéas les mêmes causes produisent les mêmes effets et les semis naturels d'Hévéas que l'on est obligé de coutelasser au moins une fois par an, s'infectent rapidement; les plantations africaines d'Hévéas paient ainsi un lourd tribut aux pourridiés.

Le *Tephrosia candida* et le *Cajanus indicus*, plantes de couverture qui se lignifient rapidement, sont aussi facilement atteintes par le *Fomes lignosus* et dans leur cas également les moindres blessures du collet favorisent la pénétration du champignon.

C'est une des raisons pour lesquelles ces plantes qui constituent un excellent engrais vert ont perdu une partie de la faveur dont elles



(Cliché A. Mallamaire.)

FIG. 2.
Culture de Caféier Indénié ombragée par *Gliricidia sepium*.
Station Agricole de Gagnoa. Côte d'Ivoire.

jouissaient, tout au moins comme culture intercalaire, car à partir de leur deuxième année, elles se lignifient rapidement et sont facilement sujettes à ces maladies de racines.

Une deuxième espèce de pourridié est à signaler en Afrique Occitale sur le *Tephrosia candida*. Elle est due à un champignon imparfait : le *Botryodiplodia (Lasiodiplodia) Theobromae* (PAT.) GRIFF. et MAUBL.

Cette espèce, considérée longtemps comme un simple saprophyte est en réalité un dangereux parasite de blessure qui, sous des faciès divers, car elle est très polymorphe, attaque une foule de plantes.

En Afrique Occidentale, ce parasite est fréquent sur les plantes suivantes :

Cacaoyer (pourridié, chancre des tiges et des rameaux, pourriture des cabosses);

Kolatier (pourridié, chancre des rameaux, pourriture de fruits);

Hevea (pourridié, dessiccation des rameaux);

Manguier (dessiccation des rameaux);

Manioc (pourriture des tiges);



(Cliché A. Mallamaire)

FIG. 3.
Culture de Caféier d'Arabie ombragée par *Leucaena glauca*.
Station Agricole de Gagnoa. Côte d'Ivoire.
Au premier plan : *Mucuna Deeringiana*.

Passiflore Barbadine (= Passiflora quadrangularis) pourriture des fruits.

Bananier (pourriture des hampes et des fruits, etc.).

Sur *Tephrosia candida*, le *Botryodiplodia Theobromae* provoque un pourridié classique, caractérisé par des croûtes brunâtres entourant le pivot et le collet des plantes malades.

Les fructifications du champignon apparaissent à l'extérieur sous forme de petits coussinets noirâtres, hérissés d'un duvet noir velouté. Ces coussinets sont creusés de loges ou pycnides contenant les spores, avec quelques paraphyses. Les spores sont de forme ovoïde et de

dimensions assez uniformes : 20 à 28 microns de longueur et 10 à 14 de largeur; elles sont unicellulaires et hyalines quand elles sont jeunes; bicellulaires et de couleur brique, très foncée, plus tard, et striées longitudinalement. Elles germent par un filament germinatif qu'émet chaque cellule et ce sont elles qui assurent la dissémination du parasite.



(Cliché A. Mallamaire.)

FIG. 4.
Culture de Caféier Indénié;
couverture de *Calopogonium mucunoides*.
Station Agricole de Gagnoa, Côte d'Ivoire.

A l'intérieur de l'hôte, le parasite envoie un mycélium ramifié, de couleur brunâtre, de 7 à 8 microns d'épaisseur, dont les filaments sont intercellulaires et n'émettent pas de suçoirs, dans les cellules; ils tuent à distance les cellules par sécrétion de diastases et pénètrent ensuite dans les tissus décomposés.

Les plantes atteintes commencent par jaunir, perdent une partie de leurs feuilles puis finalement se flétrissent brusquement.

D'autres pourridiés ont été aussi signalés sur *Tephrosia candida* (9) :

Poria hypobrunnea PETCH, à Ceylan.

Rosellinia arcuata PETCH. aux Indes Néerlandaises.

Rosellinia bunodes (B. et Br.) Sacc. d°

ainsi qu'une maladie des rameaux et des tiges : la « maladie rose ou « pink disease » affection grave causée par le *Corticium salmonicolor*



(Cliché A. Mallamaire.)

FIG. 5.
Cercospora mucunae sur *Mucuna Deeringiana.*
Toutes les folioles attaquées sont tombées.
Station Expérimentale de La Mé. Côte d'Ivoire.

B. et Br. espèce pantropicale polyphyte qui provoque des affections sérieuses sur l'Hévéa, le Cacaoyer, le Caféier, les Citrus, etc., et que l'on rencontre couramment en Afrique.

Aussi doit-on normalement préférer à cette plante pour la couverture proprement dite : *Calopogonium mucunoides* DESV. qui a l'inconvénient de se dessécher durant la petite saison sèche (mais se ressème naturellement), *Pueraria phaseoloides* BENTH. (= *Pueraria*

javanica BENTH), *Indigofera endecaphylla* JACQ. ou même les *Mucuna (Mucuna atterima* HOLLAND, *Mucuna Deeringiana* (BORT.) HOLLAND, *Mucuna nivea* DC., *Mucuna pruriens* DC., dont la forme cultivée est dénommée *M. utilis* WALL.) qui, s'ils donnent une couverture importante ont cependant l'inconvénient d'être volubiles, ce qui est gênant en cas de cultures arbustives comme le caféier.

MALADIES DES FEUILLES ET DES GOUSSES DU MUCUNA

Le *Mucuna Deeringiana* (BORT.) HOLLAND (= *Stizolobium Deeringianum* BORT. = *Mucuna utilis* HOR.), plante rampante volubile donnant une excellente couverture, est atteinte en Basse-Côte d'Ivoire par deux affections, l'une attaquant les feuilles, l'autre les gousses.

Cercosporiose des feuilles. — Cette affection des feuilles est sérieuse; les folioles attaquées se couvrent de macules étendues, jaunissent et tombent.

Les taches sont de formes irrégulières et de dimensions variables; elles débutent par un petit point brun de 1 à 2 mm. de diamètre, lequel grossit irrégulièrement jusqu'à former une grande macule pouvant atteindre 2 et même 3 centimètres de diamètre. Ces taches sont nombreuses sur chaque foliole et finissent par envahir la totalité du limbe : des auréoles concentriques de couleur brun foncé se rencontrent au milieu des taches; les folioles atteintes tombent rapidement. Les pétioles se dessèchent ensuite et de grandes plages se dénudent ainsi entièrement.

Le mycélium du parasite est hyalin et intercellulaire; il fructifie à l'extérieur sur les deux faces de la feuille en émettant de nombreux bouquets de conidiophores de couleur brun olivâtre, de 4 à 6 microns de diamètre moyen et de 60 à 70 microns de longueur moyenne (ils peuvent atteindre jusqu'à 400 microns); les conidiophores sortent par les stomates et sont plus nombreux sur la face inférieure.

Les conidies sont allongées, cylindriques, en massue ou assez amincies à leurs extrémités, de couleur hyaline à légèrement verdâtre; leur base forme un pédoncule excessivement court et porte une cicatrice ovalaire, quelquefois elles sont arquées et pourvues de trois cloisons en général (deux à quatre) sans contraction au niveau de ces cloisons et mesurent 40 à 45 microns de longueur moyenne sur 4 à 6 microns de largeur moyenne (dimensions extrêmes : 26 à 60 — 4 à 8).

L'espèce a été décrite en 1913 par SYDOW (1) sur des échantillons de *Mucuna* sp. provenant du Brésil; elle est différente de *Cercospora Stizolobii* SYD. (2) également décrite en 1913 sur des échantillons de feuilles de *Stizolobium (Mucuna)* sp. provenant des Philippines.

Pourriture des gousses. — Cette pourriture est due au *Corticium Rolfsii* (SACC.) *Curzi*, sous sa forme stérile : le *Sclerotium Rolfsii;* elle atteint les gousses en contact avec l'épais paillage de feuilles pourries qui recouvre le sol, et elle se manifeste par un mycélium blanc, qui s'irradie à partir du point de contact de la gousse avec un sclérote ou un filament mycélien et prolifère rapidement sur la surface de la gousse.



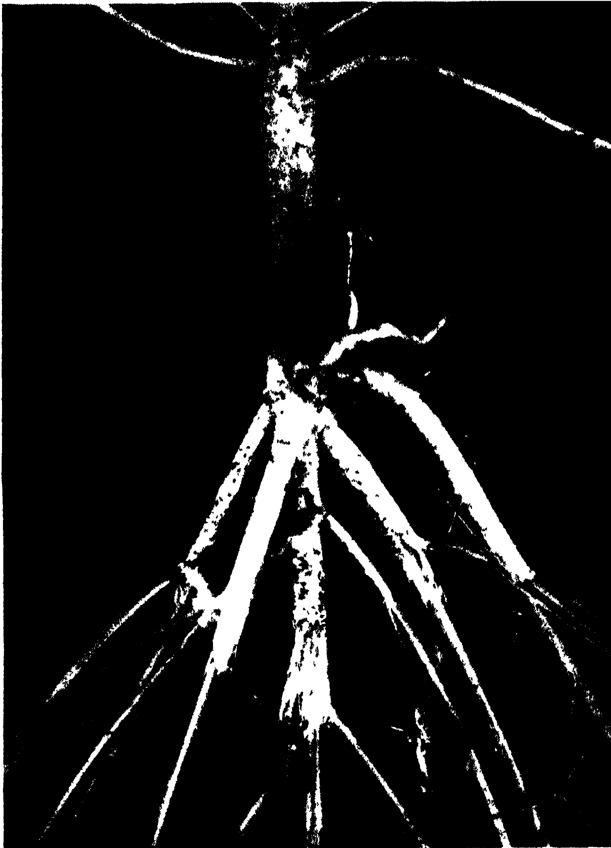
(Cliché Mallamaire.)

FIG. 6
Corticium Rolfsii sur gousses de *Mucuna Deeringiana*
Remarquer les sclérotes.

Ce mycélium visible en surface pénètre également dans les tissus sous-jacents qu'il décompose, amenant ainsi une pourriture humide très rapide. Au bout de quelques jours, des sphérules blanches de 0 mm. 2 environ de diamètre se montrent à la surface de la trame mycélienne; ces sphérules grossissent rapidement et peuvent atteindre jusqu'à 0 mm. 8 et même 1 mm. de diamètre, puis deviennent progressivement brun foncé. A ce stade, les sclérotes se détachent facilement et ce sont autant de moyens d'infection qui peuvent se conserver longtemps dans le sol, y végéter en saprophytes sur tous les débris végétaux et se bouturer de nouveau très facilement sur les plantes saines.

Ce parasite virulent, lequel se cultive facilement sur milieu gélosé, est une espèce extrêmement polyphyte et cosmopolite. Aux Etats-Unis, elle a été signalée sur plus de cent espèces, produisant surtout des pourritures des racines et de la base des tiges (Arachide, Piment, Cotonnier, Riz, Céréales, Canne à sucre, Légumineuses diverses...)

En Afrique Occidentale, nous avons pu constater à de très nombreuses reprises ses atteintes sur : Arachide (Pourriture de la base des tiges, des gynophores et des gousses), sur Manioc (Pourriture de la base des boutures) ainsi que sur deux autres légumineuses de couverture : *Crotalaria retusa* LINN. et *Crotalaria usaramoensis* BAKER, espèces à port dressé et à croissance vigoureuse, toutes deux assez facilement atteintes de pourriture de la base des tiges durant les quatre premiers mois de leur végétation.



(Cliché A Mallamaire.)

FIG. 7.
Corticium Rolfsii sur *Crotalaria retusa*.
Remarquer le mycélium et les sclérotes.

Quelques autres maladies sont encore à signaler

Citons la pourriture des fleurs et des jeunes gousses du *Crotalaria retusa* LINN. due à un *Rhizopus* sp. affection commune en Basse-Côte d'Ivoire à la saison des pluies, qui rend difficile la production des graines pour la multiplication de la légumineuse.

Les boutons floraux, les fleurs et les jeunes gousses sont attaqués par le mycélium hyalin puis olivâtre du parasite porteur de sporanges érigés, globuleux, brun foncé, contenant des spores, brunes, globuleuses, très nombreuses.

Toutes les parties attaquées par le champignon pourrissent rapidement et se recroquevillent en une masse noirâtre.

Le *Cassia hirsuta* LINN. espèce suffrutescente, velue, de qualité assez médiocre comme couverture, mais assez bon engrais vert pour



(Cliche A Mallamaire.)

FIG. 8.
Rhizopus sp. sur *Crotalaria retusa*

l'enfouissement, est sujet à une flétrissure des rameaux et des feuilles due à un sclérote indéterminé : le *Sclerotium* sp. Le mycélium est blanchâtre, il envahit les rameaux et les folioles qui se dessèchent; il se condense sous forme de petits sclérotes bruns de 0 mm. 3 à 0 mm. 5 environ de diamètre qui se forment en grande abondance sur les parties atteintes.

La nocivité de cette pourriture est subordonnée à une grande humidité ambiante; l'affection se rencontre également en Basse-Côte d'Ivoire sur : *Centrosema pubescens* BENTH., Ricin, Cotonnier, Haricot, Aubergine, Poivron, Chou et Courge-serpent ou Patole (*Trichosantes anguina* LINN.), etc.

FLETRISSURE BACTERIENNE DES FEUILLES DU CENTROSEMA

Le *Centrosema pubescens* BENTH., espèce herbacée volubile à petites folioles, convenant très bien comme couverture pour les plantations d'*Elaeis*, est attaqué en Basse-Côte d'Ivoire par une maladie bactérienne qui provoque la décoloration du limbe des folioles suivie de dessiccation.



(Cliché A. Mallamaire)

FIG. 9.
Maladie bactérienne du *Centrosema pubescens*.

Les bactéries *(Phytomonas* sp.*)*, sont de forme arrondie et très mobiles; elles attaquent les cellules du tissu palissadique et du tissu lacuneux et les tuent rapidement. Les dégâts peuvent être importants car de grandes plages de *Centrosema pubescens* sont ainsi détruites.

Enfin, pour terminer, signalons sur le *Tephrosia Ehrenbergiana* SCH. (*T. villosa* PERS. var. *incana*), une *Méliole*, formant sur les folioles de petites macules noires, d'aspect plus ou moins rayonnant, due au *Meliola bicornis* WINT. var. *Tephrosiae* BEELI que l'on rencontre assez couramment en Afrique Occidentale; elle ne commet pratique-

ment pas de dégâts. Signalons également que quelques *Phanérogames* parasites de la famille des *Loranthacées* sont susceptibles de pousser sur les légumineuses d'ombrage, notamment *Loranthus lanceolatus* BEAUV. fréquent sur *Tephrosia candida*, dans la région côtière et *Loranthus globiferus* var. *salicifolius* SPRAGUE sur *Albizzia Lebbeck*, dans les régions soudanaises.

BIBLIOGRAPHIE

1. SYDOW. — Cercospora Mucunae SYD. *Hedwigia*. p. 106, 1903.
2. SYDOW (N. et P.). — Cercospora Stizolobii SYD. *Annales Mycologici*, p. 270, 1913.
3. MALLAMAIRE (A.). — Les maladies des plantes de couverture en Côte d'Ivoire, in Rapport annuel de la Station de La Mé, année 1933 (document dactylographié inédit).
4. — Contribution à l'étude des maladies du Caféier en Côte d'Ivoire. Une maladie des racines le folletage parasitaire. *Bull. du Com. d'Et. Hist. et Scient. de l A. O F.* T XVI, n° 1. Janvier-mars 1933.
5. — Extraits du Rapport de la Station Expérimentale du Palmier à Huile de La Mé. *Bull. du Com d'Et Hist. et Scient. de l'A. O. F.* T. XVII, n° 3. Juil.-sept. 1934
6. — Maladies des plantes cultivées en Côte d'Ivoire. *Mon. Int. Protection des Plantes*. Rome, IX, n° 12, 1935.
7. — Sur quelques pourridiés en Côte d'Ivoire. *Rev. de Bot. Appl. et d'Agric. Trop.* T. XV, n° 168, août 1935.
8. — Les maladies des cacaoyers en Côte d'Ivoire. *Le Planteur de l'Ouest Africain*, n° 4, 1938.
9. INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE. — L'emploi des Légumineuses comme engrais verts, plantes de couverture et arbres d'ombrage dans les pays tropicaux. Rome, 1936

COMMENTAIRES A PROPOS DE LA COMMUNICATION CI-DESSUS DE M. A MALLAMAIRE

par

R. L. STEYAERT.

La note fait allusion à diverses reprises à la susceptibilité des plantes ligneuses d'ombrage aux pourridiés, plus spécialement à *Fomes lignosus* KLOTZSCH (*Rigidoporus microporus* (Sw.) V Ov).

Sans être parfaitement explicites, les termes employés par l'auteur semblent inférer l'inféodation de la contamination aux blessures. Si telle est l'idée de l'auteur, elle est en opposition avec les résultats expérimentaux obtenus en Insulinde avec *R. microporus* et aux Etats-Unis avec *Armillaria mellea;* expériences qui démontrèrent leur pouvoir autonome de pénétration dans les tissus radiculaires en dehors de toute blessure. Si les blessures constituent un facteur favorisant les pourridiés, peut-être faut-il les considérer simplement dans le sens d'un affaiblissement du pouvoir de résistance des plantes hôtes; affaiblis-

sement qui n'est réalisé, je pense, que dans les cas de mutilations majeures. Et cependant, des mutilations drastiques, comme le recépage, ne favorisent pas nécessairement la pénétration des pourridiés dans les cas.

Ceux, notamment, des plantes rejetant vigoureusement de souche méritent examen. En 1940, le laboratoire de phytopathologie de Mulungu eut à s'occuper activement de la lutte contre *A. mellea* dans les plantations de caféiers du Kivu. Au cours d'échanges de vues avec les planteurs, l'un d'eux signala ses méthodes de lutte consistant essentiellement dans le recépage des plants atteints; traitements ayant donné apparemment des résultats très satisfaisants.

Solution sans doute paradoxale à première vue, mais, à mon sens, parfaitement explicable sur la base des résultats des expériences de R. Leach (voir ma communication). Pour reformer sa couronne, le plant recépé développe des gourmands dont la formation se fait, tout au moins dans les premiers stades, aux dépens des matières de réserve de l'appareil radiculaire. Ceci nous rapproche des phénomènes obtenus par l'annelation des arbres; c'est-à-dire la disparition des matières amylacées de réserve dans les enracinements. Il est concevable que le recépage ait sa place, dans une certaine mesure, dans l'ensemble des moyens de lutte contre les pourridiés.

Je puis encore signaler des observations personnelles sur un cas d'attaque de *Leucaena glauca* par *A. mellea* dans une plantation de caféiers à Kumu, dans le district de l'Uele.

Il est de pratique courante au Congo Belge, de planter des haies de cette plante d'ombrage dans les champs de caféiers, en laissant pousser en haute tige des individus à distance régulière, les autres étant maintenus en haie basse par de fréquents recépages.

Dans la plantation mentionnée ci-dessus, seuls les plants de haute tige subirent les attaques du pourridié, ceux des haies restant indemnes. L'aspect du coin de plantation affecté par ce pourridié était frappant; sur quelques ares, les plants de haute tige avaient disparu ou étaient soit morts soit moribonds.

Ces exemples apportent des preuves pour démontrer l'erreur d'interprétation que l'on commet en attribuant de l'importance aux blessures dans le problème des pourridiés. Les blessures ne constituent pas nécessairement un facteur favorable tant que le pouvoir de régénération des souches n'est pas détruit.

Nonobstant ces remarques, il serait intéressant d'obtenir des précisions supplémentaires sur les observations de M. A. Mallamaire.

Problèmes agrostologiques et pastoraux

Pastoral and agrostologic problems

Liste des communications

The Place of Pastures in Soil Conservation

by

J. W. ROWLAND, D. Sc. (Agric.) Pretoria.
Principal Pasture Research Officer,
Department of Agriculture, Union of South Africa.

Pastures have two main functions in relation to man's needs. Pole Evans expresses these functions in the following words « Grass is the cheapest and most valuable source of food that the earth produces. It is the greatest conserver of soil moisture and the most important builder of soil fertility that the world possesses ». Pastures have an immediate economic function towards men in that they provide for animals which supply man's food and industrial needs. Pastures have an even more important function in that they create soil stability. Pole Evans continues : « Grass restores natural fertility to the soil more quickly and more effectively than any other form of vegetation. Grass maintains the fertility of the soil longer than any other crop. Grass creates structure in the soil more effectively than any other plant growth, and thereby renders it less liable to erosion than is the case under any other form of plant cover. »

The African Continent is facing today the development that came to the United States a century ago. Pressure on the land will everywhere be intensified, and there is no doubt that the misuse of African soil will lead to even more disastrous erosion and desert encroachment than was found in North America. Desert conditions are even now spreading in to the Northern Frontier of Kenya, the Kalahari desert areas of the southern portions of Africa are reported to be spreading eastwards at a rate of one and a half miles per year. With the coming development of Africa, determined efforts will have to be made to hold the deserts in check.

With the development of land, must go precautions for the preservation of that land. Under extensive and primitive conditions the natural controls were fairly effective, in that long fallows were possible, and disease, isolation and famine quickly eliminated efforts to intensify land use beyond the most modest limits. These natural controls are now being rapidly removed. Veterinary and entomological skill, the world organisation of food supply, mechanisation, transport and

communications make the development of land inevitable in the near future, and the African soil will be harnessed not only to meet the food needs of a growing and ever more exacting local population, but also to funish a surplus for disposal on the world's markets.

Unless necessary precautions are fearlessly taken to ensure conservative land use, these frail tropical soils will break down to sands and dust, and wash in disastrous floods through the valleys of the great rivers to the sea. The prospect of rising river beds and siltation in the valleys is not merely a remote possibility, but is certain, unless the necessary knowledge is quickly obtained for the imposition of adequate soil stabilisation measures step by step with the intensification of land use.

There is much that can be done immediately by a competent field staff which, in order to be progressively successful must be backed by a strong research service. On the other hand, if research work is not permitted on a substantial scale, it is difficult indeed to see how mechanisation, transport, world economics and world organisation of food production and distribution can do more than foster unstable though immediate increases in production. At the same time, the deserts will be released from their age old confines of vigorous tall grass and savannah and will inflict grave losses on man and soil It is for man today to decide whether he is prepared to face the relatively small expense now, or prefers to postpone the necessary action till later when, after irrevocable loss, the problem will no longer be one of maintenance and conservation of resources but of the far more costly flood control and desert and bad land reclamation.

Let us consider the factors in land development that endanger soil stability. In the first place there is destructive grazing and the improper use of fire and the axe, which all lead to the lessening of the power of the perennial vegetation to conserve water and stabilise and build soil. Then there is the improper use of the plough which by repeated removal of crops and continual stirring of soil, breaks down fertility and destroys the earth's capacity to withstand exposure to wind and water. Another factor which endangers soil stability is the tendency to interfere with the delicate ecological balance that exists along the fringes of the desert. This savannah and scrub vegetation, if undisturbed, forms a bulwark against the spread of the desert. Attempts at utilisation of this desert fringe vegetation, which is often highly nutritious, upset this balance and wide stretches which were scrub and tall grass savannah can quickly be overwhelmed by the desert, seriously menacing the more favourably situated areas beyond.

What are the precautions which have to be taken against these factors which endanger the stability of the soil ? Dealing with the third point first, it seems that this fringe of desert should remain so carefully handled that it can maintain its maximum power to with-

stand the impact of the desert. All considerations of land use intensification and economic production should be subservient to this function of defence against the desert, and indeed it is preferable that such important areas be retired altogether from economic production.

It is a pasture research problem to determine the most effective successional stage at which this vegetation should he held. This is an aspect of pasture research which is wholly concerned with conservation, and considerations of production have little or no place here. It is behind these areas that the land development should take place, and it is here that precautions will have to be taken against the improper use of the axe, fire and destructive grazing. This should in the first instance, entail certain obvious restrictive measures, but at the same time, research into grazing management of natural grasslands must be carried out on all the major vegetation types concerned with grazing. This aspect of pasture research is concerned not only with considerations of conservation but with production aspects as well. The experimental work should therefore aim at soil stability as well as economic production

When we consider precautions against the destruction of ploughed lands, it becomes clear that orthodox experiments on crop production have not supplied information on the maintenance of stability on arable lands. The crop rotations around which production experiments have been built, together with engineering works, undoubtedly retard soil depletion, but a still more potent measure to ensure soil health is the temporary ley, which is far too little used in Africa, because so little research work has been done on it. Investigations into the choice and use of temporary leys with the prime object of maintaining and improving soil structure, must be carried out at the same time as research work into the intensification of production. While some ley experiments may be designed to show the capabilities of different leys to produce animal products, by far the most important phase of experimentation on leys must be the inquiry into the capacity of different grasses and forage sequences to build soil structure and stability.

The pasture problem is thus very close to the heart of the conservation problem. The halting of the spread of the desert is a pasture and conservation problem; likewise the stabilising of ploughed lands by temporary leys, and the preservation of the natural grazing lands are also pasture and conservation problems.

While support is readily given to production experiments which show how to produce more for less cost and effort, experiments in conservation and maintenance enjoy less support, until the soil is depleted and eroded to a dangerous degree. This very undesirable state of affairs is mentioned here, because the time for research and action on conservation and maintenance of soils in Africa is now. If research on maintenance is delayed, the far more costly reclamation

research will be needed to save what soil is left after erosion and floods have made the situation critical.

The technique of experiments on increasing production is established, and since such experiments are not designed to yield information on permanent agriculture, are not subject to criticism on that account. For instance, maize production experiments are seldom planned with a view to giving data on soil stability. On the other hand, the technique of experiments on conservation and soil maintenance is still being developed, and it is a pity that there is a tendency to view them in terms of the data they may supply in respect of production of meat, milk, hay and other crops.

Certain pasture experiments are designed for information on production, while others, and indeed by far the greater number of pasture experiments are designed to give information on such conservation problems as veld stability under different systems of management and rates of stocking, or on soil stabilisation by means of leys at different levels of intensity of land use. It is seldom that an experiment can be planned which is perfect or even remotely satisfying to both the productionists and the conservationists. The gulf is a wide one and scarcely even appreciated. I make this point because it usually happens that a projected experiment planned to solve a problem in conservation is condemned on account of weaknesses in the data relating to production, although production is in itself a secondary consideration in the experiment. It is clear for all to see that production experiments have failed to give the necessary information in relation to soil stability and it is necessary that a new approach be allowed. This however in no way brings into question the need for production research on which the economic justification for the development of the African Continent must in large measure depend.

The desirability of coupling pasture research with production research in crops and animals is superficially obvious, but the coupling of the conservation side of pasture research with production research is not necessary, and indeed may lead to serious restrictions in the advance of conservation research if too much weight is attached to the shortcomings of conservation experiments from a production point of view. Conservation is a big and urgent problem, the early solution of which is the only means of averting disaster on a continental scale. Clear thinking, adequate facilities and support, and above all, freedom to break away from the technique of the experiments which have proved so successful in production problems, is absolutely necessary, and much bitterness and frustration will be avoided if this can be early realised in those services which are contemplating research in soil conservation.

An account follows of the different phases of pasture research work which are connected directly with the conservation problem. These phases fall under the following heads :

1. Ecological Survey.

2. Collection and Individual Study of Promising Pasture plants.
3. Massing of Seed Supplies and Plant Stocks.
4. Trees for Fodder and other Conservation Purposes.
5. Burning Experiments.
6. Eradication of Thorn and other Bush Thickets.
7. Grazing Management.
8. Pastures in Reclamation.
9. Veld : Arable Ratios.

I. — ECOLOGICAL SURVEY.

For any approach to the conservation problem in a territory, it is essential that the officers concerned shall have an intimate knowledge of the land and its uses throughout the area where they are working. This cannot be acquired by a few survey trips. nor by mere botanising trips, not by a survey of the types of farming and production methods, but by a combination of them all. The area and the conditions at all seasons of the year have to be known intimately and the whole network of interacting factors related to soil and fertility maintenance must be studied, recorded and mapped. It has been found that regions closely situated to each other have totally different conditions of soil stability, as for example is found in the case of the Natal Thorn country, the Tall Grassveld and the sour Highland Grassveld. The land use problems and the soil conservation problems are entirely different in each of these regions, and could only be distinguished by a study on ecological lines. This study cannot be carried out by officers confined to research stations and unless the experimental work of conservation and pasture research officers is closely related to the ecological conditions of the areas that they are serving, it is certain that the work will be unrelated to the actual problems. This has been found out by experience, and in this respect, it must be realised that while production experiments with animals and livestock can be carried out in the sheltered and circumscribed environment of a research institute, the conservation aspects of pasture research cannot thrive under such conditions. The truth of this has been overwhelmingly proved by conservationists and ecologists the world over. As examples may be quoted surveys by Pole Evans, Adamson, Bews, Acocks, Pentz, Irvine, Trapnell and Glover.

II. —COLLECTION AND INDIVIDUAL STUDY OF PROMISING PASTURE PLANTS.

It has been found in the Union of South Africa, that the climate is so different from that of Europe that only in limited areas is it possible to introduce suitable forage and soil building plants from Europe to Africa. On the other hand, the indigenous flora has shown itself to be rich in material for pastures of every kind. An essential phase in conservation research therefore is the establishment of fod-

der and other conservation plant nurseries, in each major ecological region of the territory. In the first instance, plant material collected in the field is multiplied in nursery plots. Collection can be coupled with the ecological survey mentioned in the previous section. The recognition of promising characters in veld plants cannot be done at any one season, but must be a continuous process, since the vegetation is dominated from season to season by different floral constituents. These nurseries should also be used for the trial and introduction of exotic forage and conservation plants to supply the needs revealed by the ecological survey. The purpose for which such new economic plants are required are numerous, and even when a suitable type has been discovered for a particular purpose, it is still necessary to explore such points as its permanence and vitality, its method of establishment, whether from seed or from roots or cuttings, seed setting, viability, capacity of the desirable type to breed true, ease of seed collection, etc.

III. — MASSING OF SEED SUPPLIES AND PLANT STOCKS.

In this country, the application of findings has been held back by the shortage of seed and grass stocks. It is essential that as soon as suitable types are available their methods of multiplication must be explored and the massing of seed or stocks for distribution throughout the area must be started on an extensive scale. If development is to be sound the supply of large quantities of seed and plant stocks to meet public demand must be organised either through private enterprise or the State Service. This entails trials of seed harvesting machinery, cultural methods for heavy and viable seed yields, sowing and cultural procedure for rapid establishment of grass swards on grazing and arable land.

IV. — TREES FOR FODDER AND OTHER CONSERVATION PURPOSES.

Not only are plants such as grasses and legumes required for soil conservation, for in those areas where livestock are kept fodder and shelter trees are of the greatest value. Therefore the plant nurseries mentioned above must be associated with preliminary trials of different types of trees as soon as sufficient material has been propagated. Not only local fodder trees but exotics should be tried in plots throughout each ecological region. It is not desirable that single trees be tried, but at least 100 in a trial in order to assess their use and value.

V. — BURNING EXPERIMENTS.

In any scheme for conservation in Africa the study of veld burning must be given serious attention. While it is not of great importance in intensive farming areas its careful control is of paramount impor-

tance in the fringe of the desert, where ecological relationships are so delicately poised. The elimination of the Tsetse will make heavy grazing possible throughout the savannah on the three thousand miles southern fringe of the Sahara. Unless rigidly controlled, fire and heavy grazing will bring devastation on a scale which cannot be paralleled by the spread of any American desert. The burning of grazing land behind the highly vulnerable desert fringe must be restricted also, but such research falls naturally under the heading below of grazing management.

VI. — ERADICATION OF THORN AND OTHER BUSH THICKETS.

A trouble which is encountered in the ranching areas of this country is thicket formation which follows heavy grazing of certain bush and grass associations. Research work is in progress in this country on various eradication and control methods. Little success has been achieved with poisons, and various mechanical devices such as buldozers and winches are under trial. Whether this problem of bush encroachment will ever assume serious proportions in the heavily populated regions is doubtful. It is more likely that heavy grazing will be coupled with the felling of every tree and bush for fuel, leading to even more serious problems of soil exposure.

VII. — VELD MANAGEMENT STUDIES

The first stage in the study of the management of the veld is the exploration of ways and means of coupling veld stability with adequate utilisation. Under primitive conditions a partial utilisation of the growth is satisfactory, and often this is coupled with seasonal migration of grazing animals from one area to another. Under such light treatment, it is not difficult to maintain the veld in full vigour.

The development of a country however, is usually associated with complete utilisation of the veld, and control of grazing is necessary to preserve the veld from overgrazing, denudation and erosion.

In South Africa, experimental work on systems of veld management has been in progress for over fifteen years and the methods employed are now justifying themselves by the relevant data that they are yielding. Briefly, the method is as follows :

A series of areas of standard size in similar veld, and generally large enough to support a herd of at least three cattle or six sheep for the period under consideration, are subjected to different systems of management. These are fenced off into paddocks according to each system, and different treatments of seasonal resting, rotation, herding etc. are applied. By the employment of the herd of fixed size a definite rate of herbage utilisation is imposed on the standard areas and the *reactions of the veld to the different systems* can be studied. The animals are weighed fortnightly, in order to give an indication of the quality and amount of herbage provided by the different

systems, but critical work on the animal production end of the problem must await findings on veld stability under different systems. To couple the initial explorations with critical production work at the beginning would mean endless work on systems which later might prove to be destructive to the veld. The first problem therefore is to discover stable systems of veld management which allow of as complete utilisation as possible. Animal production experiments are complex and needs herds of considerable size. If such production experiments were to be coupled with trials of a large number of systems of management, the area that would be involved would be unmanageable.

The influence of fire, and the desirability or otherwise of fire protection need study, since it is usually found that fire tends to lower herbage production, and in many cases, although by no means all, to stimulate the less desirable vegetation at the expense of the better types.

The initial search for stable systems of veld management was carried out mainly with cattle, but it has now become necessary to extend the work to fairly simple studies of grazing systems in which different proportions of cattle, sheep, goats etc. are run together or separately on the same land. The effects of the different classes of stock are very different, and on the marginal grassveld of the Karroo, it has been found that the destructive effects of sheep alone can be corrected by running in addition to the sheep a herd of cattle on the same area, without removing any of the sheep. Studies with sheep on grassveld in South Africa have given so far very disappointing results, but where sheep are run with cattle so that the taller growth can be kept under control by the cattle, very much better results are being obtained. The importance of the goat and the sheep, to say nothing of the donkey, to the native African peoples, is strong ground for the seeking for veld stability under all these types of livestock, rather than subscribing to the popular attitude that the goat or the sheep must be eliminated.

VIII. — PASTURES IN RECLAMATION.

The above uses and role of pastures have all been connected with the maintenance of soils and their productive capacity. Neglect to ensure conservation leads to erosion and finally the complete failure of production. Then engineering works and the reintroduction of conditions favourable to economic plant growth have to be re-created, and this is a costly process. It is often the case that engineering works are started without adequate supplies of seed and roots for re-establishment of plants in the areas to be reclaimed. The advantage of these stocks being immediately available is great, in that plants germinate and strike more readily in newly turned soil. Much work is needed on the reclamation side of conservation and such trials as reseeding, tree planting, rapid establishment of mat forming grasses

on scouring areas and contour banks are very necessary. As mentioned before, extensive seed and stocks of conservation plants for immediate use are of the utmost value, and calls for research necessary for the amassing of the supplies cannot lightly be dismissed.

IX. — VELD ARABLE RATIO STUDIES.

While research in veld management can lead to the stabilisation of the savannah, and other grazing areas, research into the inclusion of soil stabilising leys in the increasing area of ploughed land is every bit as necessary. In many areas the temporary ley has not yet found general application, owing to the high cost and difficulty of establishment, inadequate seed supplies of heavy yielding grasses and their common failure to maintain high production for more than two years. These difficulties are being overcome by establishing leys in rows, improved cultivation methods, and improvements of quality and supplies of seed. If the use of leys is to advance beyond the crude form of wild grasses volunteering on fallow lands, to heavy yielding perennial hay, ensilage and soiling grasses which may be expected to pay for themselves, they must be used by high quality productive livestock, which need throughout the year a steady continuity of feed of a high standard. Leys therefore need to be incorporated in suitably planned forage sequences in which veld grazing, veld hay, annual forage crops, ley, and cash crop residues may all play a part. The use of the ley depends largely on the ratio of veld to ploughed land contributing to the forage sequence.

A form of experiment is now being used in which different ratios of veld to ploughed land are under observation in adjacent 10 morgen areas. A number of simple forage sequences are on trial in which continuity of forage from leys, crops and veld is provided by different ratios of veld to leys throughout the year. Widely divergent carrying capacities are achieved at the different ratios, for instance, in that three cows in milk are maintained on a ten morgen unit where one of the ten morgen is under perennial ley and the maining nine remain as grazing and hay, whereas as many as six similar cows in milk are maintained on a similar adjacent ten morgen unit where six of the ten morgen are under ley and forage crops.

It is found also that while each unit appears to be stable at its particular intensity of production, a field of detailed research has emerged in respect of each unit as regards veld management, duration and use of the ley, and so on.

For the incorporation of the ley into stable cropping production systems, it remains then to determine how many cash or removal crops are permissible between successive ley periods.

In South Africa, where farm planning is in progress, local knowledge of leys and their practical use would permit of the use of standard ley and cropping rotations, and the limitation of the number of cash crops between each ley cycle. It would also lead to more

effective measures for veld use and preservation and a judicious overall limitation of stock numbers on each farm, in accordance with the degree of intensification of land use.

Within such controls, the form of farming could be left to the individual farmer, who would be free to intensify his use of the land as much or as little as he might wish. Restrictive action on the part of the State would be greatly reduced in that at each intensity of land use, only the minimum precautions would have to be demanded in the interests of soil conservation. Today the collection of information on leys along these lines is in progress on two stations in the Transvaal only. While the findings are of local value only, the technique is capable of more general application.

CONCLUSION.

Thus research in pastures makes its main contribution towards the conservation aspects of land use. It is concerned with veld stability under conditions of heavy grazing. It is concerned with the restoration of denuded veld by re-establishment of a grass cover. It is concerned with the maintenance and even rebuilding of structure on ploughed land by means of perennial grass leys. It is concerned with the maintenance of vigorous vegetation at the edge of desert areas. In all the above cases, considerations of production assume a minor place and experiments designed to throw light on these points cannot be expected to give critical information on production from the pastures. The designing of experiments which will throw light on pasture production follow the orthodox production technique of the animal husbandry man and the agronomist.

For instance, research on the value of a certain veld under a system of management which has proved capable of maintaining veld vigour needs to be planned on the extensive scale and on generous lines which we have come to associate with animal production experiments. The pasture production is there recorded in terms of animal products per unit area. In the case of the leys however, their production is more difficult to assess in that they have to be included in proved forage sequences at different intensities of land use, and utilized by economic livestock of a type which has to be arbitrarily chosen. The production from the ley will them be in terms of animal products per unit area and will vary greatly according to the forage sequence and the type of animal employed. This a complicated animal husbandry research project in which pasture research plays a minor part indeed. The assessment of the ley, however, does not end with its value in the production of milk, etc. but must be assessed also in terms of the cash crops yields which follow the ley period of a particular forage sequence. Here again is a problem for which the statistical and plot technique of the agronomist is reasonably well suited and pasture research as such plays a minor role. Finally the assessment

of the ley in terms of its capacity to improve soil structure is work best undertaken by soil scientists.

In those experiments where the direct production in grass weights is to be measured for response to different fertiliser, espacement and cultural treatments, the orthodox agronomic technique is entirely satisfactory.

Conservation is in essence a matter of balance. Agriculture is a process in which the building up of soil and soil life and fertility is followed by the breaking down of that fertility into crops under the plough The present situation is leading more and more of this Continent to commercial farming, with a view to producing a maximum of saleable surpluses. This can be done only within certain limits and it is for research to assess to what extent the increased removal of products can be counterbalanced on ploughed lands by accelerated soil structure formation through the agency of leys, livestock feeding, crop rotations, fertiliser applications and cultural procedures, and on natural veld by improved management.

Thus it is not possible to study soil conservation by merely splitting it up into a series of component problems for individual study. The component parts of the conservation problem are inter-related and the study of conservation cannot be complete without putting together the different phases in the use of the land, and balancing the processes of destruction with adequate measures for soil convalescence. Agricultural research has advanced far on the road of analysis, or splitting of agriculture into its component parts, by which success has been reached in the production phase of land use.

The building up phases, so closely interwoven as they are with soil, livestock, crop and vegetation, are not easily explored by analytical methods. The whole problem calls for a process of integration as contrasted with the fragmentation mentioned above, and the point at issue is soil building and soil stabilisation. While fragmentation research pays handsome dividends in increased production, research on integration of the processes of agriculture into a stable entity at each intensity of land use, cannot bring quick or spectacular returns. It is to be hoped however, that this work will shortly be undertaken so that the following generations may enjoy a measure of stability of the land which is lacking today. It is thus in-escapable that conservation is a matter of balance in which investigators of pastures, animals, crops and soils all are mutually complementary and not antagonistic. A knowledge of the spheres of influence of each together with a realisation of the need of each for the others will do much to further effective action and research.

It is encouraging that African States are showing a growing interest in these matters, and it is hoped that by further collaboration the necessary measures on a continental scale may be achieved.

July 1948.

BIBLIOGRAPHY.

ACOCKS, J. P. H. — *Vegetation Map of the Union of South Africa*. Bot. Survey of S. A. Mem. Govt. Printers, Pretoria. In preparation.

ADAMSON, R. S. — *Vegetation of South Africa*. Monographs of Brit. Emp. Vegetation. London, 1938.

BALFOUR, E. B. — *The Living Soil*. Faber and Faber, 1943.

BRIT. MIL. ADM. — *Survey of the Land Resources of Tripolitania*. Dep. Agr. Tripoli, 1947.

GLOVER, P. E. — *An Ecological Survey of the Grazing Areas of British Somaliland*. M. S. 1948. University of the Witwatersrand.

HAILEY, Lord. — *An African Survey*. Oxford University Press, 1938.

HALL, T. D. — *Our Veld : A Major National Problem*. Assoc. Sci. and Tech. Soc of S. A., 1942.

JACKS, G. V. and WHYTE, R. O. — *The Rape of the Earth*. Faber and Faber, 1939.

MEREDITH, D. — *Fertilising Grasses in South Africa*. Agric. Advisory Section, African Explosives and Chemical Industries Ltd. Johannesburg, 1947.

PASTURE RESEARCH. — Progress Report. Nos. 1 and 2. Depart. Agr. Union of South Africa. 1938 and 1940.

PENTZ, J. A. — *The Value of Botanical Survey and the Mapping of Vegetation as Applied to Farming Systems in South Africa*. Bot. Surv. of S. A. Mem. 19 Govt. Printer, Pretoria, 1938.

— *Soil Erosion Survey in the Reclamation Area of Natal*. Sci. Bul. 212, 1940. Union of South Africa.

POLE EVANS, I. B. — *The Veld, its Resources and Dangers*. S. A. Jour. of Sci. XVII, 1920.

— *Vegetation Map of South Africa*. Bot Surv. Mem. No. 15, 1936. Union Dept. of Agriculture.

— *In Search of Pasture Grasses in Bechuanaland Protectorate in 1931*.

— *An Expedition to Ngamiland. June to July 1937*. Bot. Surv. Mem. 21. Union Dept. of Agr.

— *A Report on a Visit to Kenya*. Govt. Printer, Nairobi, 1939.

— *Observations on the Vegetation of East and Central Africa, May to September 1938*. Union Dept. of Agr. Bot. Surv Mem. 21

ROWLAND, J. W. — *Grazing Management*. S. A. Dept. of Agr. Bul. 168, 1937.

— *Investigations into the Productivity and Management of Natural Veld*. Union of S. A. Sci., Bul. 203, 1939.

SCOTT, J. D. — *Veld Management in South Africa*. Union of S A. Sci. Bul. 278, 1948.

STAPLEDON, R G. — *The Land, Now and Tomorrow*. Faber and Faber, 1935.

STEBBING, E. P. — *The Threat of the Sahara*. Jour. Roy. Afr Soc. 1937.

TALBOT, W. J. — *Swartland and Sandveld*. Oxford Univ. Press. 1947.

TIDMARSH, C. E. M. — *Veld Management in Marginal Grassveld Areas* Farming in S. A. Rep. No. 1. 1947.

— *Conservation Problems of the Karroo*. In Press. Farming in S. A. 1948.

TRAPNELL, C. G. and CLOTHIER, J. N. — *The Soils, Vegetation and Agricultural Systems of North Western Rhodesia*. Govt. Printer, Lusaka, 1937.

TRAPNELL, C. G. — *The Soils, Vegetation and Agriculture of North Western Rhodesia*. Govt. Printer, Lusaka, 1943.

WRENCH, G. T. — *Reconstruction by Way of the Soil*. Faber and Faber. 1946.

Fitting Animal Production in the Union into the Soil Conservation Pattern

by

J. A. VAN RENSBURG, B Sc. (Agric.)
Principal Professional Officer, Union Department of Agriculture
(Union of South Africa)

The development of animal production methods in the Union of South Africa can best be understood if viewed against the general background of the country's development in the early days when, in relation to requirements, land was practically unlimited. Any increase in the demand for livestock products could be met by increasing the size of holdings and very little, if any, incentive existed for the sound use of the soil or the improvement of livestock. It was only after the limits of territorial expansion had been reached that the need for intensification and improved systems of production arose.

Up to that time, there had been no need to draw upon the reserves of soil fertility and pastures, which nature through the centuries had laid in store for the farmer, and the steadily growing demands of the increasing population were met by the simple expedients of increasing the rate of stocking and the ploughing up of virgin land. Necessary precautions for replacing stored reserves were not taken. All went well while these reserves lasted and everyone was blissfully unaware of the dangers inherent in this situation.

Nature's first indications of protest at this treatment of the treasures she had entrusted to our care, were so remote and faint as to be either misinterpreted or ignored. As time wore on, however, we came to realise that the increasing susceptibility to droughts, decreasing crop yields, shrinking calf and lamb crops, loss of vigour in flocks and herds and increasing incidence of disease were not entirely due to abnormalities in the climate as was at first thought, but rather to our failure to conserve the moisture and fertility upon which, in the first place, the nutritive value of our pastures and the well-being of our livestock depend.

Overstocking was soon recognised as the chief cause of this deterioration of the environment and, since a lighter stocking rate

involved a decrease in production, we energetically undertook the task of livestock improvement to offset this loss. The great and rapid advances made in breeding technique, and the much higher yield per animal that followed, however, failed to check the manifestations of deterioration described above, and with the passage of time it became increasingly clear that the complete solution to the problem did not lie in the reduction of stocking rates alone.

Intensive study of the problem from all angles was then initiated and, as one weakness after another in our livestock production methods emerged, the basic principles upon which re-adjustment had to take place in the interests of conservation and permanence of production, gradually took shape. While many problems still await solution and a number of obstacles have yet to be overcome, we have nevertheless reached the stage where we can proceed with a certain degree of confidence to bring about fundamental changes in our systems of livestock farming in the knowledge that such adjustment will lay the foundation upon which to build a steadily increasing production and future stability.

The old lessons that we have learnt anew and the lines along which we are proceeding may be set out as follows.

LIVESTOCK IMPROVEMENT.

Although the need for the improvement of livestock was recognised at a very early stage, it became an urgent necessity only after all available land had been brought into production and its carrying capacity taxed to the utmost. The state had been reached where the reserves of soil and pasture had been seriously depleted and where an increase in the yield per animal was the only means left whereby we could hope to relieve the soil and continue to meet the growing demands of the increasing population. Increased yield is, therefore, regarded not as an end in itself but primarily as a means to ease stocking rates without actually lowering the overall production of foodstuffs. For this reason the description of livestock improvement measures that follows, deals not only with those classes of livestock that play an active part in the destruction of vegetation and soils, such as cattle, sheep and goats, but also with those, namely pigs and poultry, that by virtue of their contribution to the farmers income and the country's food supply, make destocking a practical proposition from both points of view.

THE CATTLE IMPROVEMENT ACT.

In spite of our efforts in research, agricultural education and field work, progress in the matter of cattle improvement did not keep place with requirements, so that in 1934 the Cattle Improvement Act was passed.

Under this Act. Cattle Improvement Districts are proclaimed at the request of the majority of breeders in the districts concerned. Once a district is so proclaimed, bulls with « two teeth up » or older, may not be kept in, or introduced into, such district unless previously inspected and approved by competent inspectors appointed by the Minister of Agriculture.

The farmers' response to the Act was most gratifying and during the course of a few years, Cattle Improvement Districts were proclaimed over approximately eighty per cent of the cattle farming area of the country.

In this manner it became possible to do away with the large number of scrub bulls which, for so long, had retarded improvement. This, and the effect the Act has had in making farmers conscious of the need for improved breeding stock, have had a most salutary effect on the industry.

MILK TESTING SERVICE.

Milk recorders appointed by the Government, visit breeders of dairy cattle at regular intervals to check-test milk and butterfat production of those cows entered by the breeder. These check-tests cover a period of 48 hours and stud stock are given preference.

SHEEP.

Generally speaking it is safe to say that the improvement in wool production in the Union has been more spectacular than any advances in other branches of the livestock industry. This may be ascribed, in the first place, to the concerted effort to educate farmers in the selection of breeding stock carrying the desired type of wool, and in classing their wool clips according to market requirements. This sustained educational drive took the form of courses in sheep and wool at the Colleges of Agriculture, sheep-classing demonstrations on the farms, and wool schools at different centres in the wool producing areas. It is also backed by extensive research at the sheep and wool research laboratories at the Grootfontein College of Agriculture and at Onderstepoort and at the Leather Research Institute at Grahamstown.

POULTRY.

Officially controlled Egg Laying Tests, the system of registration of stud birds in the Breeders' Register of the South African Poultry Association, the Approved Chicken Producers Scheme and the culling of flocks on the farm by Government Officers, have brought about a significant increase in poultry production in the Union.

PIGS.

Beyond the grading of pork and bacon on the central markets, comparatively little has been done to place the breeding of pigs throughout the country on a sound basis.

While this industry, as is generally the case with intensive forms of production, is on a reasonably sound footing, it is nevertheless felt that the stage has been reached where performance, as a basis for futher improvement, should be more accurately measured. To this end, steps are being taken to establish one, or possibly two, pigtesting stations.

It is felt that any efforts devoted to pig improvement will yield handsome returns from the conservation angle. Apart from its indirect contribution, through its ability to turn waste products into human food and thus to augment the farmer's income, the use of the pig as a soil builder has not yet been fully exploited in the Union. What little has been done in this direction points to the possibility of using pigs on a considerably larger and more intensive scale to restore fertility to worn out soils.

MEAT GRADING SERVICE.

The sale of meat at fixed prices for different grades is doing for meat production what milk-testing has done for milk production. Both services serve to emphasise the benefits associated with improved breeding, feeding and management practices.

* * *

This brief outline of the Union's efforts to bring about a higher yield per animal will serve to indicate the progress made to date in respect of livestock improvement.

Satisfactory as the results obtained along these lines have been from a production point of view, it has nevertheless become clear that we have not yet succeeded in fitting animal production completely into the conservation pattern.

Despite the fact that levels of production were being steadily raised, the deterioration of soil and vegetation continued apace, and, as the urgency for conservation measures increased, we had perforce to search further afield for the underlying causes of this alarming phenomenon.

We were thus forced to realise that reduced calf and lamb crops, loss of vigour, degeneration and susceptibility to disease were not entirely due to the vicissitudes of climate. In using performance in the shearing shed, at the pail and on the hook as our yardstick of merit, we had overlooked the relationship between the animal and its environment and had underestimated the value of such basic attributes as adaptability and fertility. Once this was realised the remedy was clear, and the first step was obviously to bring about the neces-

sary adjustment between the animal and its environment. This marked the beginning of a new approach to the problem of fitting animal production into the soil conservation pattern.

RAISING THE ENVIRONMENTAL LEVEL.

As livestock improvement had already been given a great deal of attention, the correct approach was naturally to endeavour to raise the level of the environment.

Theiler, Green, du Toit and others (1) found that phosphorous deficiency in our natural vegetation was responsible for degeneration of livestock over extensive areas in the Union, while du Toit, Louw and Malan (2) subsequently determined the seasonal fluctuations in the mineral and protein content of the vegetation in different areas.

This work, together with that of Pole Evans, Rowland and others (3 and 4) on pasture management, enabled us not only to supplement these deficiencies but also gave us systems of management whereby pastures are not only efficiently utilised but maintained in full vigour as well.

The value of sound systems of pasture management as a means to conserve moisture, the soil and the vegetation, to extend the grazing season, to increase the carrying capacity and raise the nutritional level, has since been successfully demonstrated at our various research stations in the grassveld areas.

As an example, Scott (5) at Estcourt working with Hereford X Africander crosses, showed that with judicious pasture management, steers could be reared and finished off the veld supplemented with veld hay and a small allowance of legume hay, without concentrates, to reach marketable weights and finish (that is 600-650 lbs. dressed weight) at 2 1/2-3 years old.

Improved veld management yielded equally beneficial results at the Mara experiment station in the Northern Transvaal. During the drought of 1935, soon after the land had been bought by the Government, the farm could not carry 300 head of cattle on the 6,000 morgen. Steps were at once taken to increase the number of stock-watering points and to subdivide the farm into a larger number of camps which were grazed according to approved systems of veld management.

The improvement which resulted to both veld and stock exceeded expectations. Not only did the annual turnover on the 300 head increase appreciably, but also the carrying capacity was raised to such an extent that no difficulty was experienced during the equally dry year of 1943 (when only 8 inches of rain fell) to carry 700 head of cattle on the same veld.

In this regard it may be of interest to mention that during the 1947 drought 70,000 head of cattle out of a total of 209,000 died in the Zoutpansberg district, and of the 17,000 head that trekked from there to other parts, 13,000 succumbed. At the Mara experiment station,

which is situated in the same district, 2 out of a total of 1,400 died while only 57 received supplementary feed. These 57 animals were all over 14 years old.

Similar results at other centres with different types of livestock are becoming available and are laying the foundation for fitting livestock production practices into permanent systems in which conservation and increased production go hand in hand.

This discovery of the valuable and extensive use to which well-managed natural pasture can be put in the interests of both production and conservation has made a bigger contribution towards reconciling the conflicting interests of the two than any other single factor. It has given us the clue to the method of efficient utilisation by ruminants of enormous amounts of roughage that would otherwise annually go to waste, thus releasing its equivalent in concentrates for direct consumption by humans.

ADAPTATION OF THE ANIMAL TO ITS ENVIRONMENT.

Based, as the Union's livestock industry is, mainly on exotic breeding material, the problem of adaptation looms large, since extreme variations of climate, altitude, soil, vegetation and topography occur in the country.

While large parts of the Union are well-suited to breeds developed in temperate climates, persistent efforts to overcome loss in size, reduced vigour, low fertility, susceptibility to disease and degeneration generally in imported breeds in the sub-tropical areas met with failure or, at best, with an indifferent degree of success.

Failure to appreciate at an early stage that these phenomena were due to disharmony between the animal and its environment has seriously retarded the development of the cattle industry in the sub-tropical areas of the Union and has given rise to inefficient land use in those parts.

Subsequently, in 1936, Rhoad (6) showed that the reduction in the tropics of the efficiency of breeds of cattle developed in temperate climates is due to the fact that their temperature regulating mechanism is not efficient at air temperatures of above about 24°C. Under these conditions body temperature rises and the incoming nutrients are burned up within the body, as occurs in a fever, instead of being available to produce growth and milk.

In the light of his results, research on the adaptability of the various beef breeds in the Union was immediately intensified at the Mara and Messina experiment stations where high average temperatures obtain. Observations and results from the very start drew attention to the merits, under subtropical conditions, of the only improved indigenous breed in the country, namely the Afrikander.

J. C. Bonsma (7) found that this breed, which is a comparatively shy breeder and slow maturing in areas where exotics thrive, proved superior in these respects to imported breeds under conditions obtaining at these stations.

He has since investigated various other aspects of the problem of adaptation and the results of his work may be summarised as follows :

1. In the case of exotic animals shortness and sleekness of coat enhance their adaptability to hot climates as measured by growth, fertility, mortality and tick counts. This applies also to crosses between sleek coated exotic X Afrikander, as compared with similar crosses with dull-coated individuals (8).

2. Selection for characters such as a smooth coat and thickness and looseness of hide, has increased the adaptability of Afrikanders to subtropical conditions. This increased adaptability is reflected in accelerated growth, higher fertility and reduced mortality (9).

3. The incidence of eye diseases such as ophthalmia and cancer, can be appreciably reduced by selection for pigmented eyelids. In a study of Hereford herds in various parts of the country, he found that, in herds bred at random for this character, 20-30 % showed pigmentation in and around the eyelids. Where selection had been practised for one generation, 81 % showed such pigmentation. The incidence of eye diseases in the two groups were 38.5 % and 7.6 % respectively (10).

4. In semi-arid ranching areas, where the carrying capacity is relatively low and watering places far apart, the ability of the animal to walk considerable distances daily, determines to a large extent the degree to which it will thrive under such conditions, Tests to determine the adaptability of different breeds and types in this respect yielded the followings results :

(a) Woolly-coated types of the exotic breeds could walk only 4 to 8 miles before showing signs of distress.

(b) Smooth-coated types of the same breeds could walk 12 to 16 miles, and

(c) Afrikanders walked 16 miles without showing a measurable increase in body temperature or respiratory count (11).

5. Further observations on the relative ability of the Afrikander and non-adapted breeds to fend for themselves during periods of intense scarcity were carried out at the Messina experiment station by J. C. Bonsma (12) during the drought of 1947. These observations were made on groups of six animals of each of the breeds and types listed in the table hereunder. Records were kept of the dates on which these groups were first brought in for supplementary feeding, which was resorted to after a progressive loss of weight of 15 % per animal (associated with symptoms of starvation such as a sunken

appearance of the eye) was recorded. The results may be tabulated as follows :

Group.	*Type.*	*Date on which supplementary feeding commenced.*
1	Woolly-coated Shorthorn	1st April, 1948
2	Aberdeen Angus	1st May, 1948
3	Smooth-coated Shorthorn	1st September, 1948
4	Afrikanders	No supplementary feeding

While the advantage of the Afrikander over other breeds under these conditions is due in the first place to its greater heat tolerance, its ability to move and to browse as well as graze with ease, is undoubtedly an important contributory factor.

While the problem of adaptation is most acute in the hotter areas of the Union it is by no means confined to them. The difficult topography in some areas and the scanty pasturage in the semi-arid parts render these also relatively unsuited to breeds improved under favourable conditions. It is in fact chiefly on account of its ability to utilise the natural pasture against the steep slopes of the cold Drakensberg area that the « Drakensberger » recently gained recognition as a breed for the purposes of the Cattle Improvement Act.

Similarly, the improvement of certain types of native cattle is being planned for semi-arid areas where the need for veld reclamation calls for a less severe form of grazing than with sheep alone. It is thought that cattle of this type with their comparatively small nutritional demands, run in conjunction with sheep, may be the answer to this problem.

The demands imposed by climate in certain areas, by topography in some parts and the nature and sparseness of the vegetation in others, have thus focussed attention on the value of such characters as heat tolerance, ease of movement and grazing ability — characters which indigenous types possess par excellence. The emphasis in cattle improvement in the less favourable environments is, therefore, gradually shifting from exotic to indigenous breeds, and an interdepartemental committee, to which representatives of adjoining territories have been appointed, has recently been set-up to investigate the suitability of available indigenous breeding material.

In the sphere of sheep breeding, the need for breeding adapted types is no less urgent. Efficient land use and balanced systems of farming call for a variety of types adapted to different areas and suitable for different purposes. The work of Swart and van Rensburg (12) at the Stellenbosch-Elsenburg College of Agriculture in development of woolled-mutton and mutton types for the winter rainfall area; of Roux, Engela and others (14) at the Grootfontein

College of Agriculture in the breeding of a plain bodied merino type less susceptible to blow fly strike and that of F. N. Bonsma and Starke (15) at the Agricultural Research Institute on mutton breeds adapted to Transvaal conditions, has gone a long way towards solving this aspect of the problem.

Briefly, it may be stated that our efforts to bring about a greater degree of stability in animal production by way of adaptation have impressed upon us the value of indigenous breeding material in the development of adapted types and breeds. Since the course of natural selection is determined by environment, indigenous stock retain those genes which give rise to characters that enable it to thrive in the environment concerned. The preservation of such breeding material as a basis upon which to develop improved adapted types is, therefore, essential, whether such improvement is brought about by selection alone or by cross-breeding with stock carrying genes for other desirable characters capable of full expression in that environment.

Secondly, we have learned that, since the expression of a character is subject to the influence of the environment, the degree to which it finds expression in one environment is no criterion of its merit in another. The value of the characters exhibited by an animal can thus be judged only in relation to the environment in which the animal was bred and reared. For this reason it is desirable that the sources from which material is drawn for the commercial breeding of adapted stock should be located in the areas concerned. From this point of view stockfarmers in the subtropical parts of the Union are as yet at a disadvantage, in that the majority of stud breeders are situated in areas where conditions favour the selection of genes for characters unsuited to their conditions. The demand for adapted breeding stock in these parts, consequent upon the growing need for efficient land use, will no doubt cause the necessary adjustment to be made in good time.

FECUNDITY.

While a low plane of nutrition in some cases, and an unfavourable environment in others, inhibited the full expression of this character in our flocks and herds, the relatively small increase in fecundity brought about by removing these two causes indicated that this problem had also a genetic basis. In our enthusiasm to increase yield, so much emphasis was placed upon the performance of the individual that its ability to reproduce became a secondary consideration — a tendency which incidentally is reflected also in our show standards.

The progressive decrease in calf and lamb crops, which in consequence accompanied the progress made in other phases of animal production, went by almost unnoticed until the stage was reached

where this aspect demanded urgent attention. The smaller turnover and reduced income which resulted from this small annual increase, naturally led to heavier stocking to make good the deficiency. Under these circumstances, conservation measures which involve destocking could not be applied without hardship to the farmer, as a result of reduced production. J. C. Bonsma (16) investigated the uncontrolled seasonal calving rates of Afrikander herds in the Transvaal Bushveld and found, as did Romyn and Murray in Southern Rhodesia, that a major peak occurred during December-January and a lesser one during May-June. By arranging the mating seasons accordingly, that is when the cows on natural pasture are in a state of flush, calving rates in the herds concerned were appreciably increased. By the same means, and by the selection of breeding stock with due regard to fertility and the ability to rear calves successfully, the annual calving rate at the Mara Experiment Station has been increased from under 40 % to over 75 %.

The significance of this lies not only in the increased calf crops, but also in the fact that the best possible use is made of the natural pasture, since the period during which the pasture reaches its maximum nutritional value coincides with the calving season. The increased milk flow which results has the dual advantage of stimulating growth directly and, by increasing the biological value of the herbage to the developing calves, of contributing to a more efficient utilisation of the pasture by young stock.

The accelerated growth tempo attained under this system has led to earlier maturity and a quicker turnover, with obvious attendant benefits from a land use point of view.

Regarding our sheep flocks, P. J. van Rensburg (17) of the Stellenbosch-Elsenburg College of Agriculture states that the size of the average lamb crop in the country is only about 50 % of what might reasonably be expected. By selection for fertility and milk production and improving the nutritional level, he has increased this figure fourfold in the case of the Elsenburg flocks.

This work, together with that of Roux (18) at Ermelo, of Roux, Engela and Botha (19) at the Grootfontein College of Agriculture and of F. N. Bonsma and Starke (20) at the Agricultural Research Institute, Pretoria, on the sex physiology of sheep, breeding seasons and milk inheritance, has thrown much light on the problem of low fertility. The application of their findings in practice has yielded promising results and it is felt that an all-round improvement in the fertility of our livestock is now largely a matter of educating the farmer

ADJUSTING THE LEVEL OF PRODUCTION TO THE ENVIRONMENT.

So much store is generally set by the improvement in yield of livestock that the relationship between capacity of the animal to produce and the ability of the environment to maintain such production is often overlooked. In this respect, the Union has been no exception, and the temporary levels of production achieved by artificial means in certain areas brought in their train a rise in land values out of proportion to intrinsic values, a progressive sub-division of farms into units that ultimately proved uneconomic, the ploughing of marginal land and overstocking with consequential deterioration of soil, vegetation and stock. In fact the whole agricultural economy in the areas concerned entered upon a vicious cycle creating, as a reward to those who sought to correct environmental defects by irrational practices, not only an agricultural problem but also an equally serious sociological one. As an example may be quoted the areas suited to beef raising where intensification took the form of dairy production. The problems that stand in the way of a reversion to more extensive systems, such as beef production, which require bigger units, can well be imagined.

On the subject of faulty systems our experience in the Western Cape Province may also be of interest in so far as it has once again proved that, even in areas of high stability, lack of balance ultimately leads to deterioration. This highly developed area, the granary of the country, has for generations been devoted to the almost exclusive production of cash crops with no apparent need for better balanced systems of land use. Latterly, however, reduced yields and the incidence of plant diseases assumed such proportions that it became clear that the maintenance of production was no longer a problem for the plant breeder and the phytopathologist alone, but that the whole system required modification. The first step was to introduce a legume as a ley crop (in this case lucerne). The benefit to the soil brought about in this manner was immediately apparent and such as to induce wheat farmers to follow this practice on an increasing scale.

Economic considerations naturally called for an effective method of utilisation of the ley crop, and in this case the dairy cow and fat lamb production proved suitable. The result has been a revised animal production policy in our cash cropping areas — a policy dictated by the interdependence between soil, crops and livestock from the economic as well as from the conservation point of view.

The same principle holds for stock farming. It is being found increasingly difficult, for example, to preserve the more nutritious types of grasses in our grassveld areas where sheep constitute the main branch of farming. Various systems of grazing management have been investigated at our research institutions but thus far we have

failed to devise a system where grassveld, under our conditions, can be satisfactorily managed with sheep alone. In view of the importance of the sheep industry in the Union and the relatively bigger return from this branch of farming than from cattle, it is not feasible, or even desirable, to eliminate or appreciably to reduce sheep numbers. The solution has consequently been sought in other directions. At present it appears to lie in a system in which both cattle and sheep play a part with some intensification of land use.

Since considerable re-adjustment along tnese lines is necessary in certain areas to check veld deterioration, suitable cattle-sheep ratios for different types of grassveld will have to be determined with at little delay as possible.

The problem of adjusting livestock production to the environment has been studied by several workers. F. N. Bonsma (21 and 22) has divided the Union into natural farming regions, zoning animal production on the basis of the relationship between function and environment. He thus allocates wool production, which requires a steady level of nutrition, to the semi-arid Karroo areas where the nutritive value of the grazing does not fluctuate widely during normal seasons. Fat lamb production, on the other hand, requires a higher level of nutrition during the suckling period, and is accordingly assigned to areas where sufficient intensification is possible to raise adequately the nutritional level for this period. Similarly in cattle production, dairy farming is confined, in his classification, to areas suited to crop production, where, by way of supplementation, it is possible to maintain a high level of nutrition throughout the year, and beef cattle breeding to those where the nutritional demands for reproduction can be met by the natural vegetation.

Stock growing and fattening areas are shown as those where the natural veld, or veld supplemented by crop production, can meet the demands for muscle and fat development.

More detailed classification of their respective regions have since been attempted by Regional Officers of the Division of Soil Conservation and Extension for the guidance of farmers.

Valuable as these classifications undoubtedly are, the absence of data on the composition and digestibility of the various types of veld at different seasons has rendered impossible an accurate determination of the optimum level of production of which the respective veld types are capable.

This disability, however, is being gradually overcome by the work of van Wyk and co-workers at Potchefstroom and Groenewald at Onderstepoort on the nutritive value of the major veld types during different seasons. It is expected that as results become available a

more precise adjustment of animal production to the nutritional levels of the different veld types will be possible with obvious benefit to production and veld conservation.

CONCLUSION.

The emphasis on production in the early stages of our agricultural development, and in fact until quite recently, has given rise to problems which, if left unsolved, will seriously impair the country's ability to maintain its growing population. Our initial sporadic and unco-ordinated efforts to restore productive capacity to worn-out soils and pastures have in course of time taught us that, despite man's ingenuity, no measure which disregarded the interrelationship between climate, soil, vegetation and animal could bring about permanent improvement.

We have come to recognise agricultural and livestock production as nothing more or less than an acceleration of the normal processes of nature — an intensification, so to speak, of the interaction between the climate, the soil, the vegetation and the animal. We have become alive to the fact that a lack of balance at this increased tempo cannot but culminate in a breakdown of these delicately harmonised processes.

The animal husbandman in particular has learnt that the soil is basic and that upon its well-being depends the value of the pasture or fodder crops upon which livestock production is based. He has come to realise that livestock production is but a link in the chain and that since a chain will snap at its weakest link, there is nothing to be gained by systems or levels of livestock production outside the limits set by climate, soil and vegetation

The measures described above for the improvement of our flocks, the development of indigenous types, for increasing the adaptability of existing ones and raising the level of fertility in our flocks are based on, and carried out with due regard to these principles. They are so designed as to facilitate the process of fitting livestock production into the conservation pattern as a whole and to restore that balance in our farming systems which from a long term point of view, is essential in the interests of economy and permanence of production.

June 1948.

BIBLIOGRAPHY.

1. THEILER, A, H. H. GREEN and P. J. DU TOIT (1927). Jnl. of Agric. Sci. 17.
2. DU TOIT, P. J., J. G. LOUW and A. I. MALAN (1940). Onderstepoort Jnl. 14, 1 and 2.
3. ROWLAND, J. W. (1937). Union Dep. of Agr. Pl. Ind. Series Bul. 168.
4. ROWLAND, J. W. (1938). Union Dep. of Agr. Sci. Bul. 203.

5. SCOTT, J. D. (1947). Communication.
6. RHOAD, A. O. (1936). Jnl. Agr. Sci. 26.
7. BONSMA, J. C. Unpubl. data.
8. BONSMA, J. C. and A. J. PRETORIUS (1943). Farming in S. A., 18, 203.
9. BONSMA, J. C. (1944). Farming in S. A. 19, 215.
10. BONSMA, J. C. Unpubli. data.
11. BONSMA, J. C. Unpubli. ms.
12. BONSMA, J. C. Unpubli. data.
13. SWART, J. C. and P. J. VAN RENSBURG. Unpubl.
14. ROUX, L. L., D. J. ENGELA et al. Unpubl.
15. BONSMA, F. N. and J. S. STARKE. Unpubl.
16. BONSMA, J. C. (1939). Farming in S. A. 14, 159.
17. VAN RENSBURG, P. J. (1948). Communication.
18. ROUX, L. L. (1936). Onderstepoort Jnl. 6, 2.
19. ROUX, L. L., D. J. ENGELA et al. Unpubl.
20. BONSMA, F. N. Agr. Res. Inst. Series 5, Pamph. 251.
21. BONSMA, F. N. Univ. of Pta. Publ. Series 2, 48.
22. BONSMA, F. N. Agr. Res. Inst. Series 2, Pamph. 242.

Les clôtures métalliques dans les grands élevages du Congo

Note présentée par

L'UNION PROFESSIONNELLE DES ELEVEURS
DU CONGO BELGE (UNELCO)

L'emploi des clôtures métalliques fut envisagé dès l'origine des élevages au Congo. L'exemple de certaines colonies voisines permettait d'en espérer divers avantages notables : meilleure alimentation du bétail, sérieuse économie de main-d'œuvre indigène, peut-être amélioration considérable des pâturages naturels.

Des essais de plus ou moins grande envergure furent entrepris dans diverses régions du Congo. Certains donnèrent des résultats favorables et furent maintenus, d'autres s'avérèrent décevants ou catastrophiques et furent rapidement abandonnés.

Etant donné l'importance que pourrait prendre le principe des clôtures dans l'orientation future de nos élevages au Congo, il importe de bien faire le point et de déterminer exactement les avantages et les écueils du système, à la lumière d'un quart de siècle d'expérience.

Il doit être entendu que nous n'examinerons ici le fencing qu'au point de vue de l'élevage des bovidés pratiqué sur une grande échelle.

I. — PRIX DE REVIENT.

D'après des calculs précis faits par une société coloniale, le prix de revient d'un kilomètre de clôture entièrement métallique, à placer dans le Bas-Congo, reviendrait à 30.000 fr. environ.

Le récent établissement de clôtures, par un autre organisme, dans la même région, a fait ressortir le prix de revient, notablement plus élevé, de 42.000 fr. au kilomètre.

Pour fixer les idées, supposons qu'il faille clôturer un bloc idéal de 40.000 hectares, où toutes les clôtures soient en ligne droite, où ne se trouve qu'un minimum de rivières, de galeries, etc.

Le kilométrage de clôture s'établit comme suit :

Clôture extérieure	80	kilomètres
Division en blocs de 2.500 hectares	120	»
Division de 4 blocs en enclos de 1.250 hectares	20	»
Division de 4 blocs en enclos de 625 hectares	40	»
Clôtures de protection (marais, rivières, bois)	40	»
Total	300	kilomètres

Chaque « paddock » exige deux grilles en moyenne pour le passage du bétail, soit 32 grilles.

L'ensemble exige un minimum de passages ouverts pour les autos mais qui interdisent le passage au bétail. (Le « Grid » Rhodésien).

En les évaluant à 10.000 fr. l'un, ces barrières et ces « grids » coûteraient ensemble 420.000 francs.

En évaluant à 30.000 fr. le prix du kilomètre de clôture, nous arrivons à un total de 9.420.000 fr. pour l'équipement de 40.000 hectares.

Au prix réel de 42.000 fr. le kilomètre, le total sera de quinze millions de fr. environ.

Ceci représente une charge de 1.885 fr. ou de 2.600 fr. par tête de bétail si l'on table sur une occupation moyenne de 5.000 têtes.

Or, ces chiffres sont obtenus en supposant réalisées des conditions idéales qui ne le seront pratiquement jamais. Les clôtures en ligne droite seront l'exception, le tracé sera d'autant plus long qu'il sera plus sinueux et à chaque changement de direction, il faudra un poteau de coin extrêmement onéreux.

D'autre part, la voie ferrée, certains cours d'eau marécageux ou trop boisés, les marais, etc., exigent des clôtures doubles. Il faut, en effet, éviter les accidents du rail, les déprédations des crocodiles, les noyades ou embourbements, la mouche tsé-tsé.

Aussi, en pratique, les prix de revient envisagés seront notablement accrus, voire doublés et deviendront vite prohibitifs.

Il est certes possible de diminuer le prix de revient en employant des piquets de bois, voire partiellement des arbres vivants.

Mais ceci proscrit la possibilité des brûlages méthodiques dont nous avons démontré précédemment l'inéluctable nécessité dans la plupart des cas. La seule clôture entièrement métallique est alors possible.

II. — POSSIBILITES D'EMPLOI.

Plusieurs facteurs importants viennent limiter considérablement la possibilité d'emploi des clôtures.

a) *Leur prix de revient* ne sera économiquement acceptable que si des conditions topographiques optima se trouvent réalisables; un terrain trop coupé, des galeries forestières trop nombreuses et trop sinueuses, etc., interdiront l'emploi de fencing sous peine de rendre l'entreprise non viable économiquement.

L'expérience prouve que le terrain est rarement, au Congo, assez uniforme et assez découvert pour rendre le « fencing » possible.

b) *La mouche tsé-tsé* constitue un facteur dominant. Elle est essentiellement mobile et vagabonde, ses déplacements sont imprévisibles. On ne peut donc s'en garer que grâce à une surveillance constante du bétail, de jour pour les palpalis et morsitans notamment, de

nuit pour la fusca. Relativement facile avec le « Kraaling », pareille surveillance est impossible avec le fencing.

Des accidents nombreux et graves, survenus au cours des essais, ont contraint à l'abandon du fencing dans de multiples régions.

c) Certains grands fauves ne sont pas arrêtés par les clôtures. L'autruche dans le Sud africain, l'éléphant au Congo et même les buffles ou les grandes antilopes, passent sans s'inquiéter des fils et peuvent abattre les clôtures sur des distances souvent considérables.

Il ne manque pas de sections d'élevage, notamment au Lomami, où foisonnent des éléphants.

d) Etant donné le prix très élevé des clôtures, leur emploi sera strictement limité aux régions où *leurs avantages réels justifient la dépense*. L'expérience acquise prouve que cette condition se réalise rarement. Les raisons en seront développées dans le paragraphe suivant.

III. — AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU FENCING AU CONGO BELGE.

a) *Alimentation du bétail.*

Sur un sol ingrat aux herbes pauvres, le bétail se nourrit mieux, grâce au fencing.

Pâturant librement, il choisit son herbe, mange tard le soir et tôt le matin, peut même continuer à brouter la nuit, s'il le faut, en saison sèche.

Les clôtures présentent à cet égard un très net et considérable avantage sur le kraaling car elles permettent de garder en belle condition des bêtes qui seraient forcément fort misérables avec le gardiennage.

Là où les herbages sont bons, voire suffisants, le gardiennage des troupeaux donne des résultats tout aussi bons que le fencing au point de vue de la condition du bétail.

La dépense entraînée par les clôtures ne se justifie donc nullement.

Lorsqu'il s'agit d'un terrain exceptionnellement riche ou de bonnes pâtures améliorées après de nombreuses années d'occupation, la densité d'occupation par le bétail peut exceptionnellement devenir telle que les clôtures s'imposent. Mais alors, du fait même de cette densité, leur construction constitue une charge bien moins lourde à imputer au cheptel.

b) *Surveillance des troupeaux du fencing.*

Les bêtes circulant en liberté dans les enclos ne peuvent être surveillées aussi étroitement que si elles étaient gardiennées. Faute d'un examen journalier, les maladies sont plus difficilement dépistées. Les vêlages se font loin de toute surveillance, les soins éventuels à la

vache ou au veau ne peuvent être assurés, le contrôle même des naissances est aléatoire.

Les soins exigés par le cheptel ne peuvent être provoqués que le jour du Dip, des bêtes peuvent manquer plusieurs semaines à ce Dip en pays couvert. Il faut souvent plusieurs jours pour qu'une mortalité soit constatée.

c) *Fauves.*

Le « fencing » expose les bêtes aux déprédations nocturnes des fauves bien plus que le gardiennage où les bêtes sont parquées la nuit dans des kraals surveillés.

d) *Dimensions des enclos.*

Le coût prohibitif des clôtures empêche la création désirable de très petits enclos. Les grands paddocks doivent recevoir des troupeaux relativement considérables. Dans de nombreux cas, on cherchera à grouper dans le même enclos des pâtures de saison sèche et de saison de pluies. La sélection en souffre fatalement ainsi que la direction des croisements. Il ne peut être question de constituer de petits troupeaux de femelles classées avec un ou plusieurs taureaux appropriés.

e) *Séparation de troupeaux.*

Le fencing rend beaucoup plus difficiles les opérations de sevrage ou la mise périodique au repos des taureaux en service. Les bêtes séparées de leurs troupeaux sautent ou traversent souvent plusieurs clôtures pour revenir à leur enclos primitif.

IV. — AMELIORATION DES PATURAGES. — EROSION.

Dans certaines régions, le gardiennage permet une amélioration lente d'une partie de pâtures de saison des pluies. Le fencing ne donne pas la même facilité. Les bêtes pâturent toujours là où les herbes leur plaisent le mieux, et celles-ci s'appauvrissent loin de progresser. Une expérience de vingt années, dans telle région déterminée, n'a pu faire constater une amélioration sensible des herbages des enclos; dans plusieurs cas, on a constaté, au contraire, une certaine régression de la valeur des pacages.

Dans d'autres régions, des pâtures clôturées se sont nettement améliorées. Mais rien ne démontre que cette amélioration soit due au fencing et n'eût pas été aussi réelle avec le gardiennage, bien moins coûteux.

En ce qui concerne l'érosion, dans le fencing, le bétail piétine constamment certains endroits qu'il affectionne et des cas graves d'érosion ont été constatés de ce fait.

V. — MAIN-D'ŒUVRE INDIGENE.

On avait espéré s'assurer, par le fencing, une économie notable de main-d'œuvre indigène. En fait, l'économie réalisée est insignifiante si l'on considère le nombre des travailleurs. La surveillance des clôtures et leur entretien exigent, en effet, un grand nombre d'équipes.

En ce qui concerne la spécialisation du travailleur noir, l'enclos exige un moins grand nombre de pasteurs spécialisés. Comme ceux-ci sont, en général, assez difficiles à recruter et à dresser, leur diminution est un point à marquer en faveur du « fencing ».

Il est à remarquer, au surplus, qu'une pénurie exagérée de pasteurs qui viendrait à se manifester serait un désastre dans le cas du kraaling, mais aurait avec le fencing des résultats bien moins néfastes.

CONCLUSIONS

Les clôtures de protection seront presque toujours utiles ou nécessaires pour éloigner le bétail d'endroits dangereux : du rail, de certaines rivières, des mares et marais, des gîtes à tsé-tsé, etc.

Les enclos proprement dits, les « paddocks » ne présentent pas le même caractère d'utilité générale.

1° Leur emploi est *impossible* dans les cas les plus nombreux, soit que le terrain lui-même s'y oppose, soit que le prix de revient se montre prohibitif.

2° Leur emploi constituerait un *réel danger* dans d'autres cas, notamment dans les régions infestées de tsé-tsé.

3° Là où leur emploi est matériellement et économiquement possible, leurs avantages ne compensent leurs inconvénients et leur coût élevé que dans des conditions spéciales, relativement rares.

4° Leur emploi n'a jusqu'ici entraîné aucune amélioration de pâtures en terrain pauvre, bien au contraire.

L'amélioration constatée dans certaines clôtures en terrain riche aurait pu être obtenue par des méthodes moins coûteuses.

Le fencing n'est pas un moyen d'éviter l'érosion.

L'emploi généralisé des clôtures dans les grands élevages du Congo ne peut donc *être conseillé et encore moins imposé.*

Par contre, dans certains cas particuliers, le fencing peut devenir indispensable ou se révéler tout au moins un très utile auxiliaire pour l'élevage.

Les éleveurs, premiers intéressés dans la question, seront dès lors toujours disposés à l'employer quand l'intérêt de leur entreprise l'exigera.

Grazing Improvement in Bamenda Division Cameroons under British Mandate

by

J. Mc CULLOCH, Veterinary Officer.

Bamenda is not typical of West Africa. Is is a highland area with almost 100 inches of rainfall distributed over 8-9 months of the year. The higher areas are free from tsetse and the major cattle diseases except for Blackquarter and Foot and Mouth Diseases are, as yet, absent.

2. There is ample dry season grazing on three lower areas Mbau, Ndop and Dumbo. These are considered by the Fulani as unsuitable for stock during the rains. Tsetse are found and occasional cases of trypanosomiasis occur in Mbau and Dumbo. There is well defined seasonal migration although some herds remain on the hills throughout the whole year.

3. **Fulani Migrations.**

Late in November the Fulani begin to move their herds off the hill areas. Most of the Nsungli, Bikom, Bafut and Banso cattle move to the Dumbo area. A lesser number to go Lassin and Nchanti which is intermediate in altitude.

Dumbo is an undulating area with low hills. It about 3-4000 ft. above sea level. The grass is fired whenever the rains finish each year and the grass (mostly coarse, thatching grass) is springing in November/December. The cattle leave in May/June.

4. At the same time cattle from Mbem, Mambila and the Eastern parts of Nsungli and Banso move down to the well watered Mbau plain. The Northern part of this plain has *G. palpalis* and is avoided as cases of trypanosomiasis occur. This area is also burned early.

5. Cattle from Oku, Bamessi, Bakanki and the Southern part of Banso find ample dry season grazing in the Ndop plain. This is swampy but dries out fairly well by December. Burning here is somewhat later but growth of elephant grass is continuous. Unlike the other

areas there are fair numbers of cattle on this plain throughout the year.

6. These movements to the 'plains' in November/December and the return in May/June, are not much varied from year to year according to grazing conditions.

7. **Improvement of Grazing by Redistribution etc.**

Gross overcrowding on the hills especially in the early rains has resulted in marked deterioriation and incipient gullying. This is quite obvious to the Fulani who have been in Bamenda for only 25 years.

The first improvement effected was to limit the number of cattle in a deteriorating area by executive order or order given by the Native Authority. It is now effected entirely by the Native Authority under the Grazing Rules.

The remaining herds were dispersed as evenly as possible and large herds were divided into units of not more than 120 head.

8. Several eroded hills rested in 1947 have improved markedly. Resting an area through an entire growing season is complicated by annual firing. A late bush fire consuming this dry grass is possibly as harmful as overstocking. It is probably not worth resting land a whole year where firing cannot be controlled.

9. Now that grazing is by permit it is possible to arrange the migration time to suit the late or early breaking of the rains. It is no longer necessary for Fulani to rush back to the hills whenever grass begins. They have a definite area allotted by their chief. Therefore the grass can be given a chance to be well established before heavy grazing begins.

Towards the end of the grazing season Fulani in heavily stocked areas are encouraged to migrate early. This tends to leave a better cover to prevent wind erosion that occurs during the harmatan season (December-February).

10. In several areas arrangement between the Fulani and indigenous people has made more fallow land available. The farming area each year is kept in a block and the remaining land can be grazed. This is only possible where the cattle are controlled by good herding.

11. **Demonstration and Observations.**

Government maintains two stations interested in grazing problems. The Agricultural Department farm at Bambui was established in 1942. Controlled experiments on rotational grazing are carried out. Although not complete there is evidence that resting in the early part of the growing season is particularly beneficial.

Other experiments on the comparative value of cutting and burning the coarse residual grass are also undertaken.

Late versus early firing has been compared and evidence so far supports the latter.

12. The other station was opened in late 1944 at Jakiri and is a Livestock Improvement Centre run by the Veterinary Department. This is a grazing demonstration by methods which the Fulani could easily follow but some interesting observations have been recorded.

13. Findings of Bambui experiments are incorporated at Jakiri Meantime empirical improvements are shown to the Fulano who visit the station regularly. They are very interested.

a) when the demonstration is convincing enough and stock obviously in the better condition and production under the new management

and (b) when the technique involves little or no work,

They are willing to rest an area and even fire protect it but improvement by clearing and cutting leaves unfavourable impression. They are willing to plant Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) on bare area a little effort is required for the results obtained.

Silage making and elephant grass(*Pennisetum purpureum*) planting is approved but none has yet followed this example.

14. A small school for Fulani boys has been opened. They are taught reading, writing and arithmetic but spend most of the time seeing management of stock and grazing and improved dairying method.

15. Almost the whole Jakiri area is for method which can be followed by Fulani. Small areas are fenced for sillage, rotational grazing and foı observations on vegetation cycles.

16. **Grazing Types in Bamenda.**

Bamenda grazing comprises a wide variety of grasses, legumes and other herbage.

The commonest grasses are :

Sporobolus indicus — Tussock grass.

Andropogon spp. — }
Hyharrhenia spp. — } Thatching grass.

Clover — 3 varieties but not, so far as I know, identified.

Pennisetum purpureum — Elephant grass.

Imperata cylindrica — Sword or spear grass.

Melinis minutiflora — Molasses or oil grass.

17. Less common but very useful grasses include :

Setaria spp. — Catstail grass.

Paspalum scrobiculatum.

Eleusine indica — Star grass.

Cynodon dactylon — Bahamas or dub grass.

Digitaria spp. — Finger grass.

Dactyloctenum spp. — Comb fringe grass.

18. Grazing is of two main types which are possibly related to grazing intensity in the past and altitude.

19. Upland, heavily grazed places has tufted grazing largely made up of *Sporobolus* and *Setaria* with clover and finer species like *Digitaria* between the clumps. Resting in the early rains lets the latter grasses establish. It is noticeable that, in Bamenda *Sporobolus* and clover are in some way associated. I have never found *Sporobolus* without clover but the converse is not true.

Bracken is common in this type and is particularly marked in the early rains when it is eaten without ill effect.

20. The other main type is high, coarse thatching grass which can only be eaten in early growth. This is accompanied by molasses grass, sword grass, elephant grass but few finer species. This type predominates on the dry season grazing areas which are fired annually. It is also common on lower slopes and on ungrazed areas.

21 **Elephant grass.**

Pure stands are found in fertile valleys and on Ndop plain. It is seen less commonly on highlands and is always dwarfed. It remains green through the dry season and is selected by stock. It makes excellent silage.

22. **Sword grass.**

Seen is all types of grazing but mostly in areas that have been farmed. It is very persistant.

23. **Molasses grass**

is found on farmed land and among thatching grasses. It is oily and may repel insects but has no effect on ticks It is good fodder but sometimes cattle need to acquire the taste for it.

A variety with less hair is comparatively uncommon in Bamenda but is favoured by ranchers in French Cameroons.

24. **Kikuyu grass (Pennisetum clandestinum)**

was introduced in very small quantity by the Agricultural Department Bambui in 1945. A few runmers were planted at Jakiri in 1946.

Spread has been rapid and, in some areas, spectacular cover has been given to bare areas. This has been so marked that Fulani have planted it at Binka, Ndu, Ntumbau, Banso and on Mambila.

It appears coarser than in its native habitat (personal communication from H. A. Hay-Barclay) but becomes finer leafed after grazing or cutting.

It has not yet been seen to flower in Bamenda.

25. **Grass successions :**

Several significant successions have been observed at Jakiri. Further work is, of course, required but these are the main trends :

26. If thatching grass areas including some molasses grass are left ungrazed and fire protected the latter becomes increasingly prominent

It appears in patches about 3 ft. across after two growing seasons and the old stems of thatching grasses can be seen inside the dense, matted growth. At this stage still gives the thatching grasses a chance to regenerate. Rate of increase of molasses grass appears to be greater where soil contains more humus.

If protected for another year the molasses patches enlarge and coalesce to give sizeable areas. Burning at this stage is followed, largely, by regrowth of the molasses grass.

Elephant grass becomes more frequent through ungrazed thatch but heavy grazing keeps it back as it is so much selected by cattle.

27. Sword grass areas seem to be gradually succeeded by tall thatching grasses. In time molasses grass tends to replace this.

The sword grass is very persistent and predominates again after cutting at any phase. This was well demonstrated by cutting lanes across an ungrazed paddock.

28. In Sporobolus areas heavy annual grazing followed by burning keeps *Sporobolus sp.* very prominent. In some cases this clumpy grass with a few finer annuals growing between the clumps covers whole hills — clover is usually prominent in this type of grazing from May till September. It would appear that heavy tramping makes conditions suitable for good clover growth. Areas, for example, where cattle have been folded have such good clover growth that seed can be saved by shoveling up the soil and cleaning it by air fanning. Such areas are left with very little cover in the dry season since clover dies back completely in November.

This type of pasturage where less heavily grazed has more *Setaria, Eleusine,* etc. The ground becomes less tufted and clover less prominent.

Bracken is very frequent in this type.

29. **Rotational Grazing.**

The method followed out in unfenced areas at Jakiri is :

The cattle are kept in herds of 30-50 head. They are brought to shelters for milking and young calves are shelterd in wet weather. Each week an area marked by natural boundaries is given for herding which is close during daylight at least.

(N. B. Fulani herders tend to keep cattle on the move all the time and allowing cattle to settle and move at will has obvious advantages).

Each herd is kept as far away from others as possible. Until clover is well established lower areas are grazed. Then the cattle spend most of the wet season on the tops. About August some are brought down to eat back the valley grass which is grazed for 6 weeks and the animals returned to the top. The valleys are then rested until the beginning of the dry season when they provide very useful fodder.

During the dry season the lower grazing is more used and the camps are more frequently moved. Any areas left bare are planted with kikuyu grass whenever the land is soft enough.

30. In the fenced areas cattle are folded by tethering at night until all the coarser grass is tramped down. Kikuyu and clover are planted and the paddock is rested until growth is 9" high. This is best done during the very early rains. When grass is well established it is eaten down by heavy grazing. Then bracken and scrub is cleared and the paddock again rested until growth is about 6-9" high.

The last resting period is timed for October/November and the paddock then carries a smaller herd for a good time into the dry season.

After this type of treatment tufted grasses like *Sporobolus* and *Hyparrhenia* become less frequent and finer species are favoured.

A thick low cover results and this dries out much less quickly during the harmattan.

31. **Conclusions.**

Under present Fulani management migration is still necessary and gives a crude form of seasonal rotation of grazing.

Resting grazing in the early growing season is beneficial. Proper pasture can be made from rough grazing in Bamenda under suitable management.

Resting and fire protection tends to move the climax grasses from sword grass — thatching grass — molasses grass.

Heavy grazing keeps the Sporobolus/clover dominant. Fulani will adopt improvements if they are obvious and do not involve much labour or expense.

Kikuyu grass seems potentially valuable in Bamenda both as a fodder in the dry season and to give soil cover.

Les Principales Associations herbeuses de la Région de Nioka et leur valeur agrostologique

par

A. TATON,

Assistant à la Division de Botanique de l'I.N.E.A.C.

La station expérimentale de l'Inéac à Nioka (Haut-Ituri), est située dans le Secteur botanique du lac Albert (LEBRUN, 1935; 1947). L'altitude est d'environ 1.750 à 1.800 m. Les facteurs du climat peuvent être résumés par les traits essentiels suivants :

La lame annuelle des précipitations est en moyenne de 1.200 à 1.300 mm. Le régime pluvial est caractérisé par deux saisons sèches aux solstices et par deux saisons pluvieuses aux équinoxes. La grande saison sèche débute généralement en décembre et se poursuit jusqu'en mars. En avril-mai a lieu la petite saison des pluies, époque des semailles, suivie par une courte sécheresse en juin. Ensuite commence la grande saison des pluies qui atteint son maximum d'intensité en août-septembre et qui dure jusqu'en novembre. La durée de la grande saison sèche est assez irrégulière d'une année à l'autre et peut varier de un à quatre mois. Les brouillards et les rosées sont assez fréquents en saison sèche, principalement dans les vallées encaissées, mais la signification écologique de ces deux facteurs est peu appréciable.

En ce qui concerne la température, notons que les variations mensuelles sont faibles, la température moyenne oscille entre 18 et 20°. La variation de l'amplitude diurne est beaucoup plus importante et atteint en moyenne 14°. Les écarts entre les maxima et minima absolus atteignent jusqu'à 24°. Le déficit de saturation varie suivant les saisons et présente un maximum très net durant la saison sèche (15, 52).

La région est soumise à divers courants, dont le principal est l'alizé du nord-est, particulièrement violent de mi-novembre à fin février. C'est un vent desséchant qui exerce une influence marquée sur la végétation.

Le sol est d'origine granitique et se caractérise du point de vue morphologique par un profil rouge argileux à grains de quartz de di-

mensions variables. Dans certains cas extrêmes, le profil est à grains de quartz reposant sur cailloutis de quartz ou sur la roche mère proche.

Ces quelques données suffisent, pensons-nous, pour décrire le milieu dans lequel évoluent les groupements herbeux de notre dition.

Les associations herbeuses représentées dans la région peuvent se subdiviser en deux types principaux :

Le premier comprend les *savanes* qui sont des formations herbeuses ouvertes, où les touffes de graminées laissent entre elles le sol nu, et qui d'après la définition de DRUDE (1897) possèdent une période de repos correspondant à la saison sèche après laquelle les touffes de graminées s'élèvent très rapidement. Ce type est représenté à Nioka par la savane à *Loudetia arundinacea* et la savane à *Hyparrhenia cymbaria.*

Le second comprend les *prairies*, qui sont des formations herbacées constituées principalement de graminées sociales, et qui forment un gazonnement continu. Ce type est représenté par la prairie à *Digitaria abyssinica.*

Ces deux types de groupements herbeux constituent des pâturages au sens zootechnique, puisqu'ils renferment des espèces fourragères, au moins à l'état jeune, et sont effectivement broutés par le bétail. Ils possèdent comme tels une certaine valeur.

Nous pouvons, d'après l'origine de nos groupements, adopter la classification suivante :

Groupement naturel : Savane à *Loudetia arundinacea.*

Groupements dérivés d'origine anthropique : Prairie à *Digitaria abyssinica* et savane à *Hyparrhenia cymbaria.*

I. — GROUPEMENT NATUREL.

La Savane à *Loudetia arundinacea* et *Echinops gracilis*

Ce groupement herbeux occupe dans notre région les terrains assez superficiels caractérisés morphologiquement par un profil très riche en éléments grossiers, sols graveleux ou rocailleux, à mauvaise économie d'eau. Nous avons, dans un travail récent, montré que cette savane constitue un groupement *naturel* qui trouve son origine dans la colonisation des parties concaves des dalles granitiques à faible pente. Le processus de la colonisation et les associations végétales qui en caractérisent les différents stades peuvent se résumer de la manière suivante. Les substrats meubles de faible épaisseur (1 à 5 cm.) déposés dans les parties concaves des roches granitiques portent une végétation pionnière qui est, soit l'association à *Ilysanthes pulchella* et *Aeolanthus repens* sur éléments fins, soit l'association à *Cyanotis lanata* sur éléments grossiers. Ces groupements pionniers, au moins temporairement xérophytiques, évoluent par suite de l'augmentation d'épaisseur du substrat vers une pelouse rase à *Bulbostylis polytricha* et *Ilysan-*

thes trichotoma et caractérisée physionomiquement par *Microchloa indica* et *Sporobolus festivus*, dont les inflorescences confèrent au tapis végétal une teinte rougeâtre caractéristique. L'épaisseur du substrat atteint dans ces pelouses une moyenne de 10 à 12 cm. Une nouvelle augmentation du sol meuble entraîne une nouvelle modification du groupement qui donnera naissance cette fois à la savane à *Loudetia arundinacea*, lorsque le sol aura atteint une épaisseur de 30 à 40 cm. Cette graminée existe déjà dans la pelouse où elle constitue une excellente caractéristique du stade évolutif ultérieur.

Nous estimons que cette mise au point, en ce qui concernait l'origine de la savane à *Loudetia arundinacea* était nécessaire, étant donné que certains auteurs ont interprété ce type herbeux d'une manière toute différente. Ils le considèrent, en effet, comme étant le résultat des feux de brousse, transformant la flore en un « climax à feu » représenté par la dominance du *Loudetia*.

L'étude sur le terrain démontre clairement au contraire, le caractère naturel de cette association. Il est juste d'ajouter cependant que si le feu n'est pour rien dans la création de ce type végétal, il est cependant le facteur principal du maintien de cette savane. Sans les incendies répétés, ce groupement évoluerait progressivement vers des stades supérieurs et donnerait finalement le climax de la région, à savoir : la forêt mésophile.

Le tableau I réunit six relevés effectués dans ce genre de savane. Bien que ces relevés aient été pris sur des surfaces relativement faibles (sauf le n° 6), généralement entre des roches granitiques, ils donnent cependant une idée suffisamment exacte du cortège floristique, qui permet de tirer les conclusions nécessaires quant à la valeur pastorale et conservatrice du sol de la savane à *Loudetia*.

TABLEAU I.

Association à « Loudetia arundinacea » et « Echinops gracilis ».

Numéros des relevés:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Surface des relevés (m²):	50	50	75	100	30	1000
Epaisseur du substrat (cm):	30	30	30	12-30	30-60	150
Recouvrement de la végétation (%):	85	90	90	80	85	95
Espèces caractéristiques probables de l'Association, y compris les caractéristiques locales.						
Loudetia arundinacea	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
» » var. *tricantha* .						
Echinops gracilis	.	.	.	.	1.1	1.1
Elyonurus argenteus	.	.	.	+	.	2.2
Protea madiensis var. *Bequaertii* .	.	.	.	.	+	1.1
Eupatorium africanum	.	+	.	.	.	1.2
(Exotheca abyssinica)						
(Themeda triandra)						

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5	6
Surface des relevés (m²):	50	50	75	100	30	1000
Epaisseur du substrat (cm.):	30	30	30	12-30	30-60	150
Recouvrement de la végétation (%):	85	90	90	80	85	95
Espèces de l'Alliance de l' « Hyparrhenion cymbariae » et de l'ordre des « Themedetalia ».						
Aspilia asperifolia	1 1	+	+	+	1.1	+
Cymbopogon afronardus	+.2	1.2	+.2	+.2	.	+.2
Vernonia karaguensis	.	+	+	+	.	+
Gladiolus quartinianus	+	.	+	.	.	+
Eragrostis aff. *lasiantha*	.	.	+.2	+.2	.	.
Indigofera emarginella	1.2	.	.	.	1.2	.
Berkheya Spekeana	1.1	.	.	+	.	.
Dombeya Claessensii	+	.	.	.	+	.
Hypoxis angustifolia	+	.	+	.	.	.
Hyparrhenia cymbaria	.	.	.	.	.	+.2
» *Claessensii*	.	.	.	.	+ 2	+.2
Setaria sphacelata	.	.	+.2	.	.	.
Espèces relictes des groupements pionniers.						
Senecio ruwenzoriensis	+	.	+	+	+	+
Sporobolus festivus	2.2	1.2	+.2	+.2	.	.
Coleus platostomoides	.	+	+	1 1	.	+
Microchloa indica	.	1.2	.	+ 2	1.2	.
Brachiaria scalaris	1 2	+.2	.	.	1.2	.
Fimbristylis exilis	1 2	1.2	.	.	.	.
Aeolanthus repens	.	+.2	.		1.2	.
Bulbostylis polytricha	.	.	.	.	1.2	.
Espèces des savanes herbeuses en général.						
Laggera alata	+	+	+	+	+	+
Melinis minutiflora	1 2	1.2	+.2	1.2	.	1 2
Alysicarpus violaceus	+	1.1	+	+	.	.
Commelina africana	+	.	.	.	+	+
Imperata cylindrica	R	R	.	.	.	.
Brachiaria brizantha	.	.	.	+	.	+
Asclepias linearis	.	.	+	.	.	+
Asparagus africanus	+	+	.	.	.	1 1
Diverses.						
Eragrostis Volkensii	.	+ 2	1 2	1 2	.	.
Pseudarthria Hookeri	.	.	+	+	.	.
Urginea Bequaertii	+	.	.	.	.	+
Mariscus coloratus	.	+.2	.	+.2	.	.
Pennisetum unisetum	.	+ 2			.	+ 2
Hyparrhenia bracteata	+ 2	.	.	.	.	.
Aframomum sp	.	.	.	.	.	1.2
Oldenlandia herbacea	1 1	.	.	.	+	.
Vigna micrantha	.	+	1 1	1 2	.	.
Cassia mimosoides	.	+	+	.	.	+
Digitaria abyssinica	.	+.2	+.2	.	.	R
Indigofera aff. *vicioides*	.	2.3	2 3		.	.
Paspalum scrobiculatum	.	+	+ 2	.2	.	.
Diodia scandens	.	+	.	.	1.1	.
Pleiotaxis sp.	.	+	.	.	.	.
Digitaria longiflora	1 2	.	.	.	.	.
Melinis tenuissima	.	.	.	+ 2	.	.
Diplolophium abyssinicum	.	.	.	.	.	+

Légende du Tableau 1.

Relevé 1. — Route Gabu-Golu, rivière Shari; alt. 1,800 m.; 11-3-47; cambe entre rochers granitiques; fragment de savane à *Loudetia arundinacea* succédant à la pelouse à *Microchloa indica;* sol superficiel, 30 cm. d'épaisseur, noir, reposant sur la roche mère.

Relevé 2. — Idem.

Relevé 3. — Route Nioka-Fataki (15 km. de Nioka); alt. 1,750 m.; 1-8-47; fragment de savane entre roches granitiques; substrat d'environ 30 cm.

Relevé 4. — Idem.

Relevé 5. — Route Gabu-Golu, rivière Shari; alt. 1,800 m.; 6-10-47; fragment de savane entre rochers granitiques; sol plus profond atteignant jusqu'à 60 cm. de profondeur; au contact de la roche, le sol est brun clair et graveleux.

Relevé 6. — Nioka, Mont N'Djo (Réserve Inéac); alt. 1,800 m.; savane à *Loudetia* sur sol graveleux rouge.

La *physionomie* est celle d'un groupement herbeux assez bas, atteignant de 1 à 1,50 m. de hauteur. La stratification est bien établie; le groupement ne comporte pas de strate arbustive proprement dite. Il existe çà et là quelques arbustes disséminés *(Albizzia - Erythrina - Entada)* dont le recouvrement est insignifiant et sans aucune influence sur la strate inférieure. C'est d'ailleurs cette absence presque totale des éléments arbustifs ou arborescents qui donne à cette savane un cachet bien particulier. La strate herbacée formée presque uniquement par *Loudetia arundinacea* atteint 1 à 1,25 m. de hauteur. Quelques touffes de graminées comme *Cymbopogon afronardus* ou de hautes herbes comme *Laggera alata* atteignant jusqu'à 1,75 m. de hauteur existent çà et là, mais leur recouvrement extrêmement faible ne permet pas de les considérer comme strate particulière. Le *Loudetia arundinacea* est une graminée sociale disposée en touffes assez écartées les unes des autres, mais qui, par leurs chaumes et leur feuillage, constituent à l'époque la plus favorable de leur développement, un tapis presque continu, à recouvrement assez élevé, bien que toujours assez lâche. La strate herbacée inférieure atteint une hauteur de 30 à 75 cm. et est formée principalement par *Echinops gracilis, Elyonurus argenteus* et *Eupatorium africanum*. Le recouvrement de cette strate, variable d'un individu d'association à un autre, est cependant toujours très faible et ne dépasse pas 10 %. La *périodicité* du groupement coïncide étroitement avec le développement des saisons. Le développement se produit après les premières pluies et se poursuit durant la période favorable. Le cycle végétatif du *Loudetia* est assez court et cette graminée se dessèche rapidement après fructification. C'est le type de savane qui brûlera le plus hâtivement alors que d'autres sont encore incombustibles. La nature du substrat propre à ce groupement végétal est, comme nous l'avons vu, constituée par un sol à éléments grossiers, graveleux ou rocailleux et parfois de très faible épaisseur reposant sur la roche mère. La couche humifère est extrêmement faible et le plus souvent inexistante. Le feu exerce dans

ce peuplement végétal une action de dégradation profonde sur le sol. Le *Loudetia arundinacea* est par excellence une graminée cespiteuse et l'incendie laisse après son passage le sol absolument nu. Les pluies survenant ultérieurement provoquent entre les touffes une érosion latérale intense qui enlève le peu de matières nutritives constituées par les cendres. La fréquence des feux et la situation topographique de la savane ont comme résultat la formation plus ou moins rapide de crevasses d'érosion, qui iront en s'agrandissant et qui détermineront la formation de touradons constitués par les touffes de *Loudetia*. Ces touffes peuvent ainsi être surélevées de 20 cm. Le *Loudetia* résiste parfaitement aux feux et les innovations sont protégées par les gaines extérieures formant faisceau. Cette protection se remarque aisément par l'examen de la végétation après le passage du feu et apparaît clairement après les premières pluies, alors que la savane reverdit très rapidement. Cette résistance de nombreuses graminées aux feux de brousse a d'ailleurs été signalée par différents auteurs et tout récemment encore par LEBRUN, qui, dans son travail sur la plaine alluviale du lac Edouard, écrit textuellement : « On ne concevrait évidemment pas une repousse quasi subite qui revêt tous les caractères propres à un étirement rapide d'organes préalablement formés, si la plante devait reformer de toutes pièces des organes aériens aux dépens des portions vivaces abritées dans le sol ».

La valeur bromatologique, de même que la capacité de charge de ces pâturages est très faible. Ils ne peuvent, en effet, servir que comme pâturages de printemps. A cette époque de l'année seulement, l'herbage est bien appété par les bovidés et possède une certaine valeur nutritive, qui décroît toutefois rapidement avec le stade de maturité du *Loudetia*. L'on observe facilement, que les buffles qui présentent cependant des caractères de rusticité et de frugalité bien supérieurs à ceux des races de bovidés domestiques, ne pâturent ces savanes qu'au début de leur développement. Des essais d'appétabilité réalisés à la station de Nioka, confirment ces observations, le *Loudetia* est, en effet, classé dans le groupe des espèces peu appétées, c'est-à-dire où seule l'extrémité des feuilles est broutée. Les résultats d'analyses chimiques effectuées notamment par PIERAERTS, ADRIAENS et WILBAUX indiquent que la teneur de ces fourrages en cellulose est très élevée et atteint environ 40 % de la matière sèche. La teneur en matières azotées totales est très faible et d'environ 5 %.alors que pour un foin de qualité inférieure, GRANVEAU signale 8,75 %. Quant à la silice, elle représente 70 % des cendres totales; ce pourcentage élevé peut d'ailleurs s'apprécier par un simple froissement des feuilles. La productivité de cette graminée est faible : une seule coupe effectuée après la floraison nous a donné un rendement de 16 T. de matières vertes à l'Ha., alors que, dans les mêmes conditions, différents *Panicum, Pennisetum* et *Setaria*, nous donnaient des rendements respectifs de 65, 45 et 43 tonnes à l'hectare.

L'analyse des relevés indique également la faible représentation des légumineuses. Bien que ces dernières soient rarement appétées par les bovidés, elles n'en constituent pas moins un facteur d'amélioration du sol.

L'amélioration de ce type de savane au point de vue de la conservation des sols, repose avant tout dans la suppression absolue des feux de brousse. Cette amélioration économique est, pensons-nous, la seule à appliquer à ce groupement dans l'état actuel de nos connaissances. La destinée agricole de ces savanes doit être une vocation pastorale étroitement surveillée qui évitera soigneusement l'overstocking et ne les utilisera que comme pâturages de printemps. Dans les cas de dégradation extrême, le boisement sera la seule solution économique à adopter.

Une amélioration, en ce qui concerne la valeur bromatologique du pâturage, peut être apportée, pensons-nous, par l'introduction du *Themeda triandra*. L'examen du cortège floristique, montre, en effet, des affinités certaines avec les savanes représentées dans l'ordre des *Themedetalia triandrae*, groupe systématique décrit par LEBRUN (1947) dans son travail sur la plaine du lac Edouard. Les savanes herbeuses, où *Themeda triandra* est une des espèces dominantes, sont, en effet, largement répandues en Afrique tropicale, centrale et orientale et même en Afrique du Sud. Cette espèce est cependant relativement rare dans la région de Nioka, mais nous avons déjà observé sa présence dans certains individus de savane à *Loudetia*. Cette observation corrobore la détermination systématique de notre association et devait donc être considérée comme probable. La multiplication de cette espèce au sein de notre savane, permettra sans aucun doute d'en augmenter la productivité et surtout d'allonger la période de pâturage. La valeur alimentaire du *Themeda*, même à l'état de foin séché sur pied, est bien connue et a été étudiée par de nombreux auteurs en Afrique orientale, mais tout spécialement en Afrique du Sud, où elle est considérée comme la meilleure graminée du « Veld », la plus riche en P_2O_5.

II. — GROUPEMENTS DERIVES D'ORIGINE ANTHROPIQUE.

a) La prairie à *Digitaria abyssinica*.

Ce groupement herbeux est très largement représenté dans notre région de même que dans les régions élevées de l'Afrique tropicale orientale. Son extension s'explique aisément, si l'on tient compte de son origine anthropique et de son caractère secondaire. La prairie occupe rapidement les sols cultivés abandonnés. C'est un groupement postcultural qui constitue un des premiers stades évolutifs de la végétation secondaire. Son installation peut se résumer brièvement comme suit : les cultures sarclées ou non, renferment toute une série d'espèces commensales dont les plus importantes sont : *Bidens pilosa* - *Ageratum conyzoides* - *Oxalis corniculata* - *Dicrocephala bicolor* -

Celosia trigyna - Solanum nigrum - Galinsoga parviflora, etc. (Association à *Galinsoga parviflora* et *Solanum nigrum)*. A côté de ces thérophytes qui forment le fond de la végétation nitrophile-rudérale, nous notons également la présence du *Digitaria abyssinica*, gramen vivace, gazonnant et rhizomateux. Même dans les cultures sarclées, cette graminée est déjà assez abondante, mais ne possède encore qu'un degré de recouvrement assez faible, atteignant en moyenne 5 %, rarement 10 %. Dès que la terre est mise en jachère, le *Digitaria* se développe et élimine les espèces annuelles; après deux ans cette graminée sociale caractérise nettement le tapis végétal. Son recouvrement atteint alors plus de 75 %. La prairie à *Digitaria abyssinica* est établie. La stabilité du groupement est variable et dépend du traitement auquel il sera soumis. Si la prairie est pâturée, comme c'est généralement le cas, elle acquerra de ce fait une stabilité et son évolution progressive se trouvera arrêtée. Si, au contraire, elle est soigneusement protégée de l'action du bétail, elle évoluera vers un stade supérieur constitué par la savane à *Hyparrhenia cymbaria* et *Echinops amplexicaulis*. Cette évolution dépend d'un certain nombre de facteurs, dont le plus important est l'état de dégradation du sol, et sa durée est assez longue, disons pour fixer les idées : quinze à vingt ans.

Le tableau II réunit cinq relevés effectués dans ce type de groupement et représente bien la composition habituelle de ce pâturage.

TABLEAU II.

Association à « Digitaria abyssinica ».

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m^2).	400	400	400	400	400
Recouvrement de la végétation (%).					
Strate supérieure·	35	10	5	10	10
Strate inférieure.	100	100	100	100	100
Espèces caractéristiques de l'association à « Digitaria abyssinica ».					
Digitaria abyssinica	4.4	5 5	5.5	4.4	5.5
Acrocephalus sp. . . .	+	1 2	+	1.1	+
Helichrysum alismatifolium . .	1 2	+	1.2	+	1.2
Trifolium subrotundum .		1.2	+	+	+
Hydrocotyle asiatica * . .	.	.	.	.	1 2
(Ajuga bracteosa).					
Espèces caractéristiques de l'alliance du « Digitarion abyssinicae » et de l'ordre des « Digitarietalia abyssinicae »					
Guizotia cfr. *Schultzi*	3 3	2.2	1.2	2.2	2.3
Digitaria horizontalis . .	1.2	1 2	1.2	1.2	1.2
Kostcletzkia sp.	2.3	2.3	1.2	1.2	1.2
Vicia angustifolia	1.2		1 2	1.2	1.2
Swertia cfr. *Manii*	+	+	.	+	+
Cynodon plectostachyon	.	1.2	1.2	3.4	.
Primula sp.	+	+	.	.	+
Diodia scandens	+	+	.	.	+
Orobanche minor	+	.		.	.
Galinsoga parviflora	.	.	+	.	.

* Caractéristique locale.

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m²):	400	400	400	400	400
Recouvrement de la végétation (%):					
Strate supérieure:	35	10	5	10	10
Strate inférieure:	100	100	100	100	100
Espèces caractéristiques de la classe des « Rudereto-Manihotea » Léonard					
Indigofera endecaphylla	1 1	1 1	1.1	1.1	1 1
Sida rhombifolia	+	1.1	+	1.1	1 1
Oxalis corniculata	+	1.2	1 2	1 2	1 2
Bidens pilosa	1.1	1.1	1.1	1.1	1 1
Phyllanthus amarus	+	1.1	1.1	1.1	+
Erigeron sumatrensis	+	+	+	+	+
Paspalum scrobiculatum	.	1 2	1 2	1 2	1 2
Ageratum conyzoides	+	+	.	+	
Commelina nudiflora	+	1 2	1 2	.	.
Sporobolus pyramidalis	.	+.2	+.2	+.2	.
Crassocephalum vitellinum	.	+.2	.	+	+
Cassia mimosoides	+	+	.	+	
Manihot	+	+	.	.	+
Indigofera secundiflora	.	+	+	.	.
Hyparrhenia rufa	+.2	.	.		
Solanum Sect. incanum	.	.	+	.	
Triumfetta sp.	+	.	.	.	
Crassocephalum bumbense	+	.			.
Oldenlandia herbacea		.	+	.	.
Physalis angulata		.	+	.	.
Espèces pionnières de la savane herbeuse.					
a) de l'alliance de l' « Hyparrhenion cymbariae ».					
Setaria sphacelata	+ 2	+ 2	1 1	+.2	+ 2
Cymbopogon afronardus	+ 2	.	.	+ 2	.
Eriosema montanum	.	.		.	+
Aspilia asperifolia	+	.	.	.	.
Hyparrhenia cymbaria	1 2	.	.	.	
Micromeria biflora	.	+		.	.
b) Diverses.					
Combretum sp.	.	+	.	+	+
Alysicarpus violaceus	1 2	1.2	1 2	+	1.2
Pseudarthria Hookeri	+	1.1	+	+	+
Glycine sp.	1 2	1 3	1.3	1 2	+
Acalypha sp.	+	+	+	+	.
Crotalaria sphaerocarpa	1 2	1.2	.	+	+
Mariscus umbellatus	.	+	+	+	+
Teramnus sp.		1 2	1 3	1 2	+
Echinops sp.	+	+	.	+	.
Hypericum peplidifolium	1 2	.	.	.	+
Eragrostis Volkensii	.	+ 2	.	.	.
Espèces pionnières des groupements arbustifs.					
Albizzia gummifera	+	+	+	+	1 1
Aeschynomene cfr. *abyssinica*	.	.	+		+
Achyranthes aspera	+	+	.	.	.

	1	2	3	4	5
Numéros des relevés:	1	2	3	4	5
Surface des relevés (m^2):	400	400	400	400	400
Recouvrement de la végétation (%):					
Strate supérieure:	35	10	5	10	10
Strate inférieure:	100	100	100	100	100
Diverses.					
Argyrolobium sp.	1.2	+	1 2	1.1	+
Euphorbia sp.	+	+	+	.	.
Dyschoriste radicans	+	.	.	.	+
Melinis tenuissima	.	.	.	+.2	.

Légende du Tableau 2.

Relevés 1 à 5. — Nioka (parcelle 15), 1.800 m. alt.; 4-12-47; jachère de 3 ans succédant à une culture de Manioc et légèrement pâturée; sol très dégradé, riche en éléments grossiers.

Il s'agit de jachères vieilles de trois ans et succédant à une culture de Manioc. Cette prairie est pâturée, mais sans surcharge. La *physionomie* du groupement est celle d'un tapis continu rappelant nos prairies européennes. La stratification est bien établie, elle comprend deux strates. Une strate supérieure atteignant 1,50 m. de hauteur et constituée de quelques petits arbustes *(Albizzia, Clerodendron)*, de grandes graminées comme *Cymbopogon afronardus, Hyparrhenia cymbaria*, et de grandes herbes *(Echinops, Guizotia)*. Le recouvrement de cette strate varie d'un individu d'association à un autre. Généralement il est très faible, voire même inexistant, alors que parfois il atteint 40 à 50 %. La strate inférieure atteint 20 à 30 cm. de hauteur et est constituée presque uniquement par le *Digitaria abyssinica*. Le recouvrement de cette strate est très dense et atteint 100 % à l'époque la plus favorable du développement. La *périodicité* du groupement est plus marquée; l'on note, certes, un développement végétal qui coïncide avec le rythme des saisons, mais la floraison du *Digitaria* s'échelonne tout au long de la période pluvieuse. En saison sèche, la graminée souffre de l'aridité du sol superficiel et n'est pas entièrement à l'abri des feux de brousse. Nous avons personnellement observé des incendies parcourant cette formation végétale. L'incendie n'est évidemment pas très violent et peut être très facilement circonscrit. La structure floristique comprend un groupe de plantes nitrophiles-rudérales, qui forment le noyau du groupement, auxquelles s'ajoutent des espèces de la savane à *Hyparrhenia cymbaria*. Les espèces nitrophiles-rudérales comprennent des plantes largement distribuées sous les tropiques ou en Afrique tropicale *(Bidens pilosa, Ageratum conyzoides, Achyranthes aspera, Physalis angulata*, etc., caractéristiques de la classe des Rudereto-Manihotea), ainsi que des plantes à distribution afro-montagnarde *(Digitaria abyssinica, Ajuga bracteosa*, etc... de l'ordre des *Digitarietalia abyssinicae.)* La prairie à *Digitaria abyssinica* constitue

la base de l'alimentation du bétail indigène dans le Haut-Ituri. Le *Digitaria* appelé communément *chiendent* dans la région, est une graminée très bien appétée par les bovidés et le petit bétail. Des essais d'appétabilité nous ont d'ailleurs permis de vérifier expérimentalement ce fait d'observation courante. La capacité de la prairie est limitée par la résistance à la sécheresse du chiendent, qui est faible par suite de son enracinement superficiel. Celui-ci ne dépasse pas 30 cm. de profondeur et forme dans cette couche un feutrage extrêmement dense. En période pluvieuse, la repousse est bonne et le pâturage peut alors sustenter un nombre de têtes beaucoup plus important. L'overstocking entraîne une dégradation rapide et il n'est pas rare d'observer des plages absolument nues qui sont à l'origine d'une érosion plus profonde. Un autre résultat du surpâturage est le développement de deux petits chaméphytes sous-ligneux, à tiges prostrées radicantes, l'un une Acanthacée *Dyschoriste radicans*, l'autre une Malvacée du genre *Kosteletzkia*. Ces deux plantes colonisent rapidement les plages dénudées et de là s'étendent, supprimant toute couverture graminéenne sur des surfaces relativement étendues. Nous avons également observé ce même phénomène dans les pâturages artificiels à *Pennisetum clandestinum* (Kikuyu) établis à Nioka. La prairie à *Digitaria* présente d'ailleurs avec ce groupement certaines affinités. Cela n'est pas étonnant étant donné que la prairie à *Kikuyu* constitue dans son pays d'origine, un groupement secondaire succédant à la destruction de la forêt. L'association à *Pennisetum clandestinum* et *Ajuga bracteosa (A. alba)* serait d'ailleurs, d'après LEBRUN (1942) très voisine d'un groupement semblable au nôtre dans le Nord du Kivu. Le pâturage a également comme conséquence la multiplication de certaines espèces suffrutescentes ou sous-arbustives *(Dombeya Claessensii, Ocimum* sp., *Hibiscus crassinervus* - divers *Clerodendron)*, de même que certaines plantes nitrophiles. L'amélioration du pâturage exige la suppression de ces espèces, qui s'étendent progressivement et qui peuvent parfois occuper une surface totale de 15 à 20 %. Au point de vue bromatologique, il résulte d'analyses effectuées à la station de l'Inéac, par WILBAUX que le *Digitaria abyssinica* peut être classé parmi les espèces fourragères de valeur.

Bien que le *Digitaria abyssinica* soit considéré à juste titre comme une plaie au point de vue cultural, que son action sur la reconstitution de la structure du sol soit nulle, cette espèce joue cependant un rôle antiérosif et de conservation du sol de tout premier ordre. Elle assure en effet, la fixation rapide et efficace du sol immédiatement après la culture et ne permet pas son entraînement par les eaux de ruissellement. Elle s'installe également assez rapidement sur les plages dégradées, crevasses d'érosion et drayes de bétail. L'extirpage de cette espèce est économiquement irréalisable; après moins d'un an il est très difficile de distinguer les parcelles sarclées ou non. Des essais de jachère entrepris à la Station de Nioka, pour étudier les possibilités

de suppression de cette espèce, ont démontré l'efficacité relative du *Setaria sphacelata* et le peu d'action des jachères arbustives à légumineuses, après quelques années. Le *Digitaria* est une graminée éminemment héliophile et sa disparition ne peut être assurée que par un couvert extrêmement dense, associé à une amélioration des conditions édaphiques.

b) La savane à *Hyparrhenia cymbaria* et *Echinops amplexicaulis*.

Comme nous venons de le voir à propos de la prairie à *Digitaria abyssinica*, la savane à *Hyparrhenia cymbaria* n'est que l'aboutissement normal de l'évolution de cette prairie en l'absence du pâturage. Cette savane est donc bien un groupement secondaire d'origine anthropique. Le tableau III réunit dix relevés effectués dans cette formation végétale et donne une idée suffisamment exacte de la composition floristique. Nos relevés ont été effectués sur des surfaces de 400 mètres carrés dans les jachères de quinze à vingt ans, non pâturées, si ce n'est pai les buffles. Nous avons classé nos relevés suivant un enrichissement progressif en espèces des forêts claires, classement qui coïncide avec l'évolution normale du groupement en l'absence du pâturage et des feux de brousse.

TABLEAU III

Association à « Hyparrhenia cymbaria » et « Echinops amplexicaulis ».

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m²):	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Recouvrement de la végétation (%)										
Strate arbustive ou arborescente	.	.	— 5	.	.	.	5	10	— 2	— 2
Strate sous-arbustive et fruticuleuse	5	15	5	5	15	10	15	— 5	— 5	10
Strate herbacée supérieure.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Strate herbacée moyenne:	5	10	10	5	10	— 5	— 5	— 5	5	— 5
Strate herbacée humifère:	5	5	5	5	5	5	5	— 5	— 5	5
Espèces caractéristiques probables de l'association ou de l'alliance de l' « Hyparrhenion cymbariae ».										
Hyparrhenia cymbaria . .	5 5	4.4	4.4	5 5	5.5	4.4	4.4	3.3	4.4	4.4
Pennisetum unisetum	2 2	2 3	3.3	3.3	1.2	2 2	2.3	4.4	3.3	2 2
Setaria sphacelata	1 2	+ .2	1.2	1.2	1.2	1.2	+.2	2.2	1.2	1.2
Aspilia asperifolia	1 2	1.2	1 2	2 2	2.2	1 2	1.1	1.2	1.1	1.2
Indigofera emarginella	1 2	2.2	2.2	1.1	2.2	+	+	+	1.1	+
Vernonia karaguensis	1 1	1.2	+	1.2	+	+	+	+	+	1.2
Geniosporum paludosum	1 2	+	+	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1 2
Dombeya Claessensii . .	1 2	1 2	1 2	1.2	1.2	+	1.2	+	1.2	+
Pseudarthria Hookeri	+	.	1.1	+	.	+	+	+	+	1.1
Echinops amplexicaulis	1.1	.	+	1 1	+	+	1 1	.	1.2	+
Berkheya Spekeana	+	.	.	1.1	+	1.1	+	1 1	+	+
Eriosema montanum	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+
Cymbopogon afronardus	.	.	+ .2	.	+ 2	+ .2	+.2		.	1.2
Rhampicarpa sp.	+	1.2	+	+	+	+	+	.	.	+
Hyparrhenia Claessensii	+	+	2 3	.	.	.	1 2	.	.	1 3
(Eulophia granducalis)										
(Gladiolus quartinianus)										

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m^2):	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Recouvrement de la végétation (%):										
Strate arbustive ou arborescente:	.	.	— 5	.	.	.	5	10	— 2	— 2
Strate sous-arbustive et fruticuleuse:	5	15	5	5	15	10	15	— 5	— 5	10
Strate herbacée supérieure:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Strate herbacée moyenne:	5	10	10	5	10	— 5	— 5	— 5		— 5
Strate herbacée humifère:	5	5	5	5	5	5	5	— 5	— 5	
Espèces des savanes herbeuses en général (Ordre des « Themedetalia » et divers.)										
Digitaria uniglumis	+.2	+ 2	1 2	1 2	1 2	+.2	1 2	+.2	+ 2	+.2
Pteridium aquilinum	2 1	2 1	1 1	2.1	1.1	2 1	+	1 1	1.1	1.1
Teramnus sp.	2.2	2.2	1 2	1.2	2 3	2 2	2 2	1.2	2 2	1 2
Vernonia cfr. *purpurea*	1 1	+	+	1 1	1 1	+	1 2	+	+	+
Peucedanum sp.	+	.	+	+	+	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
Asparagus africanus	+	+	+	+	+	1.1	.	+	.	+
Pentas carmina.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.
Justicia insularis	1.2	2 2	1 2	1 2	2 3	2 2	2 2	.		2.2
Galium sp.	.	.	1.2	1 2	+	1 2	1.2	1 2	.	1 2
Vigna sp.	.	.	.	+	+	.	.	+		+
Laggera alata	+	+	+	+	+	.	+	.		.
Imperata cylindrica	+	+	+	+	.	.	+	+		
Diplolophium abyssinicum . . .	+	.	+	+	+	.	.	.	+	
Glycine sp.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+
Dryopteris sp.	.	.	+ 2	1.2	1.2	.	.	+ 2	.	
Argyrolobium sp.	.	.	+	.	+	.	+		.	
Dissotis sp.		.	.	1 2	1 2		.	.	.	+
Vigna sp.	.	.	.	+	.	+	1 1	.		.
Crotalaria sp.	+	.		.		.	.	.	.	
Phytolacca dodecandra	.	+	.	.	.	+				
Eragrostis Volkensii	.	.	+ 2	.			+ 3	.	.	
Hypericum peplidifolium	1 2		.	.	.		+	.		
(Sonchus exauriculatus)										
Espèces des forêts claires en général.										
Clematis Wightiana	1.2	1.2	1 2	+ 2	1 2	+	+	+	1 2	+
Albizzia gummifera	1.1	1 2	.	1 1	1 1	+	+	1.2	1 1	+
Combretum sp.	+	+	+	.	1 1	+		+	+	+
Cissus sp.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+
Clerodendron tanganikiensis. .	.	.		+	+	+	.	.	+	+
Erythrina abyssinica.	.	.	+	.	.	.	1 1	1.1	+	+
Albizzia aff. *ferruginea*	.		.	+	.	+	1 1	.	+	+
Rubia cordifolia	.		+	.	.	.	.	+	+	+
Acalypha sp.			+	.	.	+	+	+	+	+
Rhus natalensis.	+	.	.	+	.	.	1 1	+	.	+
Vernonia sp.	.	+		.	+	.	.	.	+	+
Acschynomene sp	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Lantana trifolia	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
Allophyllus sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Erhetia cymosa.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
Rubus sp.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
(Albizzia grandistipulata)										
(Maesa rufescens)										
Espèces relictes de la végétation nitrophile-rudérale.										
Guizotia cfr. *Schultzi*	+	.	1.2	+	+	+	1.2	+	.	+
Commelina africana	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+
Phyllanthus amarus	.	+	1.1	.	.	.	1.1	+	.	1.1
Digitaria abyssinica	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+
Lactuca taraxacifolia	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
Crassocephalum vitellinum	.	.	+.2	.	+.2	.	.	.	.	+.2

Numéros des relevés:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Surface des relevés (m²):	400	400	400	400	400	400		400	400	400
Recouvrement de la végétation (%):							400			
Strate arbustive ou arborescente:	.	.	—5	.	.	.	5	10	—2	—2
Strate sous-arbustive et fruticuleuse	5	15	5	5	15	10	15	—5	—5	10
Strate herbacée supérieure:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Strate herbacée moyenne:	5	10	10	5	10	—5	—5	—5	5	—5
Strate herbacée humifère:	5	5	5	5	5	5	5	—5	—5	5
Vicia angustifolia	.	.	.	+		.	.	.	+	.
Ocimum sp.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
Leonotis nepaetefolia	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.
Helicrysum alismatifolium	.		+	.	.	.	.	.	+	.
Melothria minutiflora		.		.	.	+	.	.	.	+
Cassia mimosoides		+		+				.	.	.
Primula sp.	.		+			+		.	.	.

Légende du Tableau 3.

Relevés 1 à 10. — Niola, Mont N'Za (Réserve Inéac); alt. 1,800 m.; 15-12-47; savane à *Hyparrhenia cymbaria* très faiblement arborée et régulièrement incendiée. Vieille jachère de 15 à 20 ans, sol profond, rouge, argileux à éléments fins.

La *physionomie* est essentiellement déterminée par la dominance de l'*Hyparrhenia cymbaria*. La stratification aérienne est très différente de celle de la savane à *Loudetia*, plusieurs strates sont, en effet, bien distinctes. La strate arbustive ou arborescente atteignant de 4 à 7 m. de hauteur est formée presque uniquement par *Erythrina abyssinica*, arbre de savane à port caractéristique, tronc noueux protégé par un rhytidome épais. Le recouvrement de cette strate est toujours très faible, dépasse rarement 5 % et n'exerce aucune influence sur les strates inférieures. Seules les grandes *Erythrines* provoquent une légère modification du tapis végétal, mais cette transformation est due avant tout à une action indirecte. Ces endroits ombragés dans la savane, servent de refuge aux buffles pendant les heures chaudes de la journée. Les défécations apportées par ces animaux favorisent les espèces d'appétance nitrophile. Il ne s'agit donc nullement d'une modification de la flore provoquée par un microclimat différent. Une strate sous-arbustive et fruticuleuse atteignant 2 à 3 m. de hauteur, où l'on note spécialement *Albizzia div.* sp., *Dombeya Claessensii, Rhus natalensis*, *Vernonia* gr. *amygdalina, Justicia insularis*, etc. Cette strate possède un recouvrement variant entre 5 et 20 %. La strate herbacée peut se subdiviser en une strate supérieure atteignant 1,50 à 1,75 m. de hauteur, constituée par les graminées de grande taille, *Hyparrhenia cymbaria* et *[illegible]nisetum unisetum* et par les grandes herbes ou suffrutex, telles que *Aspilia, Bekkeya, Vernonia;* son recouvrement atteint 100 %. Une strate moyenne atteignant 1 m. de hauteur et formée principalement par *Indigofera emarginella* et *Geniosporum paludosum*. Cette strate moyenne dont le recouvrement est variable suivant les individus d'association, atteint en moyenne 5 à 10 %. Enfin, il existe une strate humifuse de 5 à 20 cm. de hauteur, formée par des plantes en rosette

ou rampantes en l'absence de support, telles que *Rhamphicarpa*, *Hypericum* et diverses phaseolées. Le recouvrement de cette strate, variable suivant les saisons, atteint de 5 à 10 %.

La périodicité du groupement est également bien marquée. Le stade vernal est caractérisé par la floraison d'un certain nombre de chaméphytes à souche épaisse, tels que *Rhamphicarpa*, *Aspilia*, *Berkkeya*, *Echinops* et de quelques géophytes principalement orchidées et iridacées, tels que *Eulophia granducalis* et *Gladiolus quartinianus*. Après la floraison, ces plantes persistent quelque temps, mais elles sont bientôt étouffées par les graminées qui s'épaississent en grandissant et elles disparaissent. C'est en tout premier lieu l'*Hyparrhenia cymbaria* qui se développe et devient rapidement dominant. Ses inflorescences rougeâtres à maturité sont très caractéristiques et confèrent à la savane un cachet bien particulier. Alors que l'*Hyparrhenia* a déjà fructifié et se dessèche, le *Pennisetum unisetum* est encore bien vert et commence seulement à fleurir. Sa plus ou moins grande abondance déterminera la possibilité de l'incendie et, dans le cas de pâturage, permettra d'allonger la période d'utilisation de l'herbage. Des pesées effectuées à Nioka, en savane, nous ont donné au début de la saison sèche, mi-décembre, 1,1 T. de matière verte à l'Ha., dans une savane où l'*Hyparrhenia cymbaria* faisait 5,5 et le *Pennisetum unisetum 1,2*, alors que là où le *Pennisetum unisetum* faisait 4,4 et *Hyparrhenia cymbaria* 3,3, nous avons obtenu un rendement double, soit *2,2 T*.

La nature du substrat propre à ce groupement est un sol rouge argileux à grains de quartz de petites dimensions et présentant une couche humifère assez épaisse (20 à 30 cm.). Notre groupement caractérisé par l'*Hyparrhenia cymbaria*, graminée submontagnarde, répandue en Afrique tropicale continentale et dans la Région malgache, présente des affinités phytosociologiques avec les groupements, décrits par divers auteurs, de l'Afrique tropicale orientale et notamment par ENGLER (1910), SNOWDEN (1935) et LEBRUN (1942-1947), groupements qui appartiennent à une alliance des *Themedetalia* distincte du *Themedion* et pour laquelle LEBRUN (1947) propose la dénomination de *Hyparrhenion cymbariae*.

La valeur bromatologique de cette savane dépend avant tout de la constitution chimique de son espèce dominante. Les analyses de l'*Hyparrhenia cymbaria* effectuées par PIERAERTS et ADRIAENS indiquent des teneurs élevées en principes organiques, 16 % de matières azotées totales, 2,78 % de matières grasses, de même que de bonnes teneurs en sels minéraux, 0,86 % de P_2O_5 et 0,86 % de CaO. La teneur en cellulose, généralement élevée dans les graminées africaines, n'atteint ici que 22 %. Ces auteurs considèrent l'*Hyparrhenia cymbaria* comme ayant une composition chimique égale ou même supérieure aux foins de bonne qualité de l'Europe occidentale. Cette savane est également assez riche en légumineuses, mais malheureusement peu ou non appétées. L'*Hyparrhenia cymbaria* est également très recherchée

par le bétail. Nous avons eu l'occasion de déterminer expérimentalement son appétabilité et nous la considérons comme une espèce très bien appétée, se classant deuxième dans notre tableau. Le rendement en matière verte à l'hectare, pour une seule coupe, effectuée au début de la floraison, a donné 30 tonnes, et ce, dans un sol particulièrement pauvre. La repousse est cependant assez lente. L'influence du pâturage sur ce groupement herbeux a pour effet principal de modifier la physionomie de l'*H. cymbaria* qui forme alors un gazon plus dense et plus bas. C'est avant tout un pâturage de saison des pluies; en saison sèche, cet *Hyparrhenia* est entièrement desséché. La plus ou moins grande proportion du *Pennisetum unisetum* permettra d'allonger la période de pâturage, cette dernière graminée possédant un cycle végétatif plus long.

Au point de vue sol, la savane à *Hyparrhenia cymbaria* est le type de groupement herbeux qui assure au maximum la protection et la conservation de cet élément. L'*Hyparrhenia cymbaria*, bien que disposé en touffes assez écartées les unes des autres, présente une forme biologique nettement différente du *Loudetia*. C'est une graminée à chaumes géniculés, radicants à la base et qui s'affaissent au fur et à mesure que la plante grandit. A son maximum de développement, les chaumes forment un entrelacement très dense constituant une protection parfaite du substrat. Dans le cas de non-incendie de la savane, les débris végétaux et les chaumes desséchés jouent le rôle d'écran protecteur qui préserve soigneusement la couche superficielle de toute dégradation excessive, empêche l'action destructrice des agents climatiques, ralentit ou supprime toute érosion latérale. Dans le cas où la savane est incendiée, il se produit évidemment une dégradation, qui varie suivant de nombreux facteurs (époque du brûlage, intensité du feu, direction du feu, topographie, etc.). Cette dégradation est cependant limitée et le sol reste beaucoup moins exposé aux agents d'érosion et de stérilisation que dans d'autres types de savanes. En effet, comme nous l'avons vu ci-dessus, le développement de la synusie vernale, stimulé encore par l'action du feu, s'effectue rapidement et après trois semaines, nous observons un recouvrement du sol de 30 %. La valeur de *Hyparrhenia cymbaria* sur la structure du sol a été étudiée et démontrée par MARTIN qui considère cette espèce comme une excellente régénératrice. D'autres auteurs et notamment LEBRUN (1947) estiment que cette espèce caractérise les sols montagnards fertiles, riches en humus et à bonne économie d'eau. Dans la région de Nioka, les indigènes, voient dans sa dominance, le signal qui permet l'abandon de la jachère et le retour à la culture.

Pour terminer, nous dirons quelques mots touchant au dynamisme de notre groupement. Le pâturage excessif a pour effet d'éliminer progressivement l'*Hyparrhenia cymbaria* et de favoriser l'extension d'espèces grossières peu ou non appétées, telles que *Cymbopogon afronardus* et *Diplolophium abyssinicum*. La fréquence des feux favorise

également le *Cymbopogon*, gramen cespiteux et pyrophyte remarquable.

Protégée des incendies et du pâturage, cette savane est rapidement envahie par des espèces des forêts claires, à dominance très nette d'*Albizzia* div. sp. Il résulte d'essais réalisés à la Station expérimentale de Nioka, que l'on obtient après dix ans de protection, un couvert forestier dense, et que le nombre de pieds à l'hectare peut atteindre environ 500.

Ce groupement arborescent, offrant un microclimat très différent de celui de la savane, permettra une nouvelle évolution qui reconstituera le climax.

BIBLIOGRAPHIE.

BERNARD, E. — Le Climat écologique de la Cuvette congolaise (*Publ Inst. Nat. Etudes Agron. Congo Belge* (Inéac), Bruxelles, Coll. in-4°, 240, 1945).

BEWS, J.-W. — An account of the chief types of vegetation in South Africa, with notes on the plant succession (*Journ. of Ecology*, Cambridge, IV, pp. 129-159, 1916).

BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J. — Vocabulaire de sociologie végétale, troisième édition, Montpellier, 23 p., 1928

DRUDE, O — Manuel de géographie botanique, trad. par G. Poirault, Paris, 1897.

EDWARDS, D. C. — The Grasslands of Kenya. I.: Areas of high moisture and low temperature (*Emp. Journ. Exp. Agr. Oxford*, III, pp. 153-159, 1935)

LEBRUN, J. — La végétation du Nyiragongo (*Inst. des Parcs Nationaux du Congo Belge*, Bruxelles). *Aspects de végétation des Parcs Nationaux du Congo Belge*, Série I, I, 3-5, 121 p., 1942.

— La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard (*Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge*, Bruxelles). *Exploration du Parc National Albert*, I, 800 pp., 1947.

ROBYNS, W. — Contribution à l'étude des formations herbeuses du District forestier central du Congo Belge (*Mem. Inst. R. Col. Belge*, Sect. Sc. nat. et méd. in-4°, V, 151 p., 1936.

SCAËTTA, H. — La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale (*Mém. Inst. R. Col. Belge*, Sect. Sc. nat. et méd., in-4°, Bruxelles, V, 351, 1937).

TATON, A. —Aperçu de la colonisation des roches granitiques de la région de Nioka (Haut-Ituri) in *Vegetatio Acta Geobotanica*. Vol. II (sous presse).

Bétail de boucherie
Un élevage à Jegu (Ituri)

par

E. FOSCOLO,
Ingénieur des Industries Agricoles Gx.

Les terres sont accidentées et en zone dioritique.

Les cessions de bétail sont de 5 bœufs de 400 kilos par semaine. Si le bétail cédé avait dû faire son poids uniquement sur ces pâturages, et dès l'âge du sevrage, c'est une superficie quasi double qui nous aurait été nécessaire.

C'est donc une solution intermédiaire qui intervient, l'élevage écoulant d'une part sa propre production, d'autre part faisant venir d'autres exploitations, du bétail qui atteindra les 400 kilos en un temps relativement court.

La charge prévue est de une bête à l'hectare (moyenne de 300 kilos); mais, habituellement, cette charge est dépassée, et lors de transferts, par exemple, elle peut atteindre 1,3 à 1,4 bêtes à l'hectare, mais alors avec introduction de bêtes plus jeunes.

La rotation des parcours acquiert de ce fait une importance capitale et est surveillée de très près.

La subdivision en paddocks commencée en 1943 est en cours d'achèvement; cette subdivision quoique très poussée, sera encore poursuivie à la lumière de l'expérience acquise.

Les paddocks sont conditionnés de façon à être pourvus d'abreuvoirs; les trois enclos situés sur les hauteurs (63 hectares) seront dotés par la suite d'une distribution d'eau provenant d'une station de pompage, qui alimentera en même temps le dipp.

Le clôturage nécessite un matériel important en poteaux en bois et en fils de clôture (fil lisse et à ronces). Les *bois d'eucalyptus*, après un séchage de 4 à 5 mois, sont écorcés et brûlés sur toute leur longueur; pour des diamètres de 13 centimètres, la durée de conservation en terre varie de *trois à sept ans* et plus suivant le degré de duraminisation de ces bois.

Pour la création de *clôtures vives* c'est le Black wattle (*A. decurrens)* qui a été choisi; semé serré, il constitue un excellent abri que

le bétail apprécie soit aux heures chaudes de la journée, soit pour s'abriter des pluies souvent chassées par un vent violent. En outre, ces cordons de Black wattle constituent une excellente protection contre l'action des vents desséchants sur les pâturages.

Pour la constitution de ces cordons, l'établissement d'une double ligne de clôture est, au préalable, nécessaire; à l'intérieur de celle-ci se fera le semis sur place. Cette protection est nécessaire pour mettre



Prairie de Setaria sept semaines
après le passage du bétail.

les jeunes plants hors de portée de la dent du bétail. Contre les antilopes, qui en sont très friandes, il est même nécessaire de clôturer d'une palissade faite de tiges de *Pennisetum*. A noter qu'à proximité des champs de cultures indigènes, les rats mangent les semences en terre, ce qui nécessite de fréquents renouvellements des semis.

C'est vers l'âge de *trois ans* que le Black wattle peut, à son tour, porter les fils de clôture; le fil lisse se place vers le bas pour pouvoir être glissé, le fil à ronces vers le haut, là où l'évasement des arbres



La distribution de sel.



Touffes de refus (Imperata).

permet son passage. La plupart des pieux en bois sont encore récupérables à ce moment pour la création de nouvelles clôtures; à noter que sur pieux, c'est trois fils qui sont nécessaires. Au kilomètre et au prix de fr. 13,50 le kilo, il faut compter 1.350 francs pour le fil lisse de 4 mm. et 1.850 francs pour le barbelé, par fil tiré.

Chaque paddock dispose d'un abri pour gardiens et d'un w.-c., cela étant indispensable pour éviter l'infection des pâtures (ténia).

Ce morcellement des pâturages une fois achevé comporte quelque 38 kilomètres de clôtures. La rotation des charges obtenue jusqu'à présent par surveillance et persuasion, deviendra à ce moment systématique. La durée de cette rotation doit varier suivant la charge imposée; en moyenne, elle sera voisine de six semaines, mais elle devra être déterminée après achèvement des travaux et suivant la valeur de chacune des parcelles.

Le bétail déjà habitué à être confiné, ne se déplace guère et pâture tranquillement sur les emplacements qui lui sont réservés. Il n'en était pas ainsi avant les travaux de morcellement, quand le bétail, d'instinct, circulait à longueur de journée, détruisant ainsi les pâtures et amorçant l'érosion. Aussi, au début, les gardiens avaient-ils pour consigne d'arrêter toute tentative de déplacement du troupeau; c'était pour eux une surveillance de tous les instants.

Le cloisonnement des pâturages aura également pour effet *de réduire au minimum la main-d'œuvre nécessaire au gardiennage*. Théoriquement l'intervention du gardien devrait se limiter au déplacement du troupeau d'un enclos à l'autre; pratiquement, quatre gardiens dirigés par un capita vétérinaire, seront nécessaires. Ainsi les soins au bétail, les déplacements, les passages au dipp, la surveillance contre les vols, etc., seraient assurés.

La graminée dominante est *Setaria sphacellata*. Quasi inexistante en milieu de *Pennisetum*, elle est vite propagée par le bétail lui-même; c'est pourquoi les emplacements de stabulation nocturne doivent être journellement désignés pour corriger les irrégularités dans la valeur des pâturages. Les pennisetum, agrostis imperata (anciennes cultures) paspalum, chloris, un trifolium spontané, un calopogonium, etc., sont en détermination.

Kikuyu : le bétail préfère le choix de graminées et de quelques légumineuses de nos pâturages améliorés; le kikuyu est moins appété. Celui-ci a été implanté dans les endroits les plus menacés, tels : entrées et sorties des paddocks, anciens emplacements de bacs à sel, passages forcés, etc.; dans les pâtures, il ne devrait intervenir que d'une façon très disséminée.

Trifolium subterraneum : importé d'Amérique (Orégon) vu les qualités exceptionnelles qui lui étaient attribuées. Essayé à deux altitudes différentes : 1.000 et 1.600 mètres, il a été complètement anéanti



Cordons de Black wattle formant abris.



Cordons de Black wattle formant abris.

par *Ripersia* sp. (Pseudoccoccinae). Les moyens de lutte préconisés sont économiquement impraticables.

Panicum coloratum : végétation abondante, bon fixateur des terres, mais refusé par le bétail.

Panicum maximum : pousse très rapide, constitue une excellente réserve, s'il est conduit pour procurer un fourrage bien vert en période sèche. Nous l'utiliserons dans ce sens dans les parties marécageuses et préalablement drainées.

Dès achèvement des travaux de clôturage nous entreprendrons, dans les endroits les plus accidentés d'abord, des essais de *cordons de pennisetum* suivant les courbes de niveau. Les sentiers créés par le passage du bétail formeront ainsi à la longue des marches horizontales; ce sera là une nouvelle pratique dont nous avons tout à apprendre. Les paddocks ainsi garés subiraient à cette occasion le pas sage du feu; la périodicité de l'incinération contrôlée est à déterminer *Depuis 1943, les prairies n'ont pas été brûlées et nous désirerions connaître les résultats des expériences faites ailleurs.*

L'évacuation d'un paddock par le bétail doit être suivie immédiatement de la toilette du pâturage. Les refus sont fauchés s'ils sont comestibles, enlevés s'ils sont incomestibles (chardons, solanées, légumineuses arbustives). Le traitement des refus est indispensable, la bonne pâture disparaissant sinon devant leur envahissement.

La *toilette des prairies* sera accompagnée, une fois par an, d'un épandage de cendres : une douzaine de tonnes de cendres de laboratoire disponibles. Il serait également intéressant pour nous de connaître les résultats d'application d'engrais aux pâturages.

Le chaulage sera-t-il nécessaire? Les plantes acides apparaissent aux endroits ayant subi trop de stabulation.

Les cordons de pennisetum, s'ils augmentent la puissance de nos pâturages, exigeront, par contre, un travail supplémentaire pour leur entretien. Le traitement des prairies ainsi que la création de pâtuges artificiels exigeront une quinzaine d'hommes, contre cinq seulement pour le gardiennage.

Les prairies ainsi conduites conserveront leur valeur et périodiquement des prélèvements soumis à l'analyse nous fixeront sur la courbe suivie par le dosage de la matière organique dans le sol, avant et après les incinérations contrôlées.

Importance of Shrubs for Livestock Feeding in Humid Tropical Regions

by

Robert L. PENDLETON (1),
Professor of Tropical Soils and Agriculture. Department of Geography,
The Johns Hopkins University, Baltimore, 18, Maryland, U. S. A.

Those who have had experience in livestock feeding in humid tropical regions, and especially in equatorial lowlands, fully appreciate the great difficulty, if not the impossibility of maintaining pastures of nutritious herbaceous plants suitable for livestock. Particularly difficult to produce are lucerne *(alfalfa)*, clovers and the better grasses. Among the reasons for this difficulty are the facts that the soils are often very low in plant nutrients, and the soil moisture relations in the soil are unsuitable, often severely limiting root growth, or drowning the plants in the rainy season, yet leaving the soils without enough moisture in the dry season. Grass fires during the dry season increase the difficulties of pasture maintenance, moreover, the fires lead to a progressive deterioration of the already infertile soils (2).

Usually the natural normal climax vegetation of such regions is tropical high forest. Stated another way, the grassy or herbaceous pastures, even when they are established, do not maintain themselves. Even with heavy pasturing, if fires can be kept out, and the soil has any native fertility, the herbaceous vegetation is quickly invaded by brush and trees, and repeated cutting by hand is necessary to keep these invaders from completely taking over and leaving no room for the desired herbaceous pasture vegetation (3).

(1) Special Fellow of the Belgian American Educational Foundation and the *Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale* for the study of tropical soils and land use.

(2) A. DE CRAENE. — 1948. Des feux de brousse. Comptes rendus de la Semaine Agricole de Yangambi du 26 février au 5 mars 1947, pp. 233-241. *Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge*. Bruxelles.

(3) J. GILLAIN — 1948. L'Elevage et le problème du sol au Congo Belge. *Comptes rendus de la Semaine Agricole de Yangambi*, pp. 224-228.

Even in higher latitudes, as in parts of England, considerable areas of pastures have been developed on soils and under climates which normally support forest as the climax vegetation. However, it is relatively easy to maintain pastures in most of those regions, particularly if the necessary seeding of grasses and herbaceous legumes are made, and appropriate kinds and amounts of fertilizers and lime are applied to the land from time to time.

Data are not available as to any use of fertilizers on tropical pastures, but extensive experience in various countries of southeastern Asia and the Hawaiian Islands, however, does prove that despite the difficulties of too litlle or to much moisture and chemically poor soils, at least one satisfactory solution to the problem of livesstock feeding in humid tropical regions has been found : for example, the soils of the Bangkok plain of Siam are principally heavy dark clays, waterlogged for about 5 months during the rainy summers, but baked hard and cracking deeply during the long dry seasons. There it has been found almost impossible to grow the better pasture grasses, while lucerne and the other herbaceous leguminous fodders do not grow at all. Consequently the native cattle exist on wild grasses during the rains and rice straw during the long dry seasons. Imported cattle with higher nutritional demands cannot live long on such food, much less thrive.

Nevertheless, two rapidly growing leguminous shrubs or small trees thrive on those soils of the Bangkok plain, especially when they are planted on the padi dikes or small rounded ridges hardly 50 cm. wide and 25 cm. (roughly 10 inches high and 20 inches wide) above standing water level. These shrubs grow from seed, are deep rooting and continue to grow through the dry season, particularly if the furrows between the ridges are occasionally filled with irrigation water. The young leaves and shoots are eagerly eaten by livestock, including poultry; and by appropriate methods of cutting back, a continuous supply of nutritious green feed can be obtained throughout the year. The young shoots can either be cut and carried to the feeding lots, or, in the case of cattle, the plantings can be fenced and browsing regulated. However, on those very heàvy clays, the tramping of cattle sometimes leads to difficulties.

One of these leguminous shrubs is *Leucaena glauca*, already introduced into the Belgian Congo from its original home in Central America. As COLLEAUX mentions (4) it is used in Kabare not only for contour hedges for retarding erosion, but also for feeding cattle. Not only do goats, livestock, and poultry relish the young leaves and shoots, but carefully controlled experiments by Henke and Work a number of years ago at the Hawaiian Agricultural Experiment Station

(4) L. COLLEAUX. — 1948. La lutte contre la dégradation des terres en territoire de Kabare. *Comptes rendus de la Semaine Agricole de Yangambi*, p. 282.

demonstrated conclusively that this shrub, known there as *koa haoli*, which grows vigorously in many parts of those islands, has practically as high a food value for dairy cattle as the conventional lucerne or other herbaceous leguminous feeds. They also pointed out the fact that as a browse shrub the main trunks should be cut back to not less than about a meter above the ground, to prevent the cows snagging their udders on the stubs. Of course, fencing is necessary to control pasturing and to prevent overbrowsing. In April 1948, when I was again visiting the Hawaiian Agricultural Experiment Station, Professor Henke informed me that animal husbandmen in those Islands are more enthusiastic than ever over *Leucaena glauca* as a source of protein feed for livestock. He added that by feeding the young shoots and leaves in sufficient quantity to poultry, the hatchability of hen eggs is raised from about 30 % to 80 % (5).

The other leguminous shrub or small tree which thrives so well on the Bangkok plain is *Sesbania grandiflora*, there known as *ton kae*. The white flowered form is there grown both as a light shade for the gardens and to furnish the large white flowers which the Siamese eat raw as a salad. The young shoots and leaves are also an important ingredient of a special curry. Thus the value of *Leucaena glauca* and *Sesbania grandiflora* as nutritious human food should not be ignored, particularly where the conventional succulent annual vegetables of higher latitudes do not thrive (6).

In Siam poultry and livestock eagerly eat the young shoots and leaves of *Sesbania grandiflora*, especially in the dry season when there is no herbaceous green feed. There the Central Agricultural Experiment Station is working out appropriate methods of management of stands of these trees, so that satisfactory quantities of fodder can be obtained throughout the year.

The farmers in various parts of India and the Netherlands East Indies utilize this tree extensively for livestock feeding. Reports of research in those regions upon the feeding value of the leaves of *Sesbania grandiflora* indicate relatively high contents of nutritious proteins, and a surprisingly high content of certain vitamines.

These and other examples, which might be mentioned, call attention to the possibilities of utilizing for the feeding of livestock shrub and tree crops grown on poor humid tropical soils, or under other conditions wherein the conventional temperate zone pasture plants do not thrive.

(5) The young leaves and pods of *Leucaena glauca* are often eaten raw as a salad by the Siamese. Frequently there will be one or two shrubs of this species in the dooryard, from which the edible portions are picked as desired, at other times the young shoots are for sale in the markets.

(6) In this connection it may be of interest to mention that more than half of the very long list of « vegetables » of the Netherlands East Indies, described by OCHSE in his exhaustive treatise by that name, are actually young leaves or flowers of shrubs and trees.

La question des feux de brousse, en général et dans ses applications zootechniques

Bush fires in general and in their relations with animal husbandry

---

Liste des communications

Feux précoces au Cameroun

(EARLY FIRES IN CAMEROUN)

par

M. LETOUZEY,
Inspecteur Principal des Eaux et Forêts au Cameroun.

Le présent rapport a pour but d'indiquer les raisons qui ont motivé l'emploi des feux précoces au Cameroun depuis 1944, la pratique qui a été adoptée pour leur réalisation, les premiers résultats perceptibles et surtout l'esprit qui a présidé à l'utilisation de ce moyen de lutte contre les effets néfastes des feux de brousse.

La savane camerounaise s'étendant sur quelques 200.000 kilomètres carrés, couvre le pays des 4 et 5e degrés au 10e degré de latitude Nord approximativement. Etablie sur le plateau de l'Adamaoua au Sud, parcourue par la vallée de la Bénoué et de ses affluents au Nord, deux zones propices à l'habitat humain, elle est caractérisée en plusieurs points par une concentration de population supérieure à la moyenne africaine (régions de Dschang et de Foumban : 500.000 habitants; régions de Yaoundé (partie septentrionale) et de Ngaoundéré : 200.000 habitants; région de Garoua : 150.000 habitants; région de Maroua : 600.000 habitants).

Une telle répartition de population explique la disparition de tout approvisionnement en bois de chauffage, matière si indispensable aux populations de savane, dans un rayon de plusieurs kilomètres autour des agglomérations importantes, où ne règne alors qu'un tapis herbacé parsemé çà et là de mauvais rejets de souche souffreteux. Plus à l'écart des agglomérations et dans les zones moins peuplées, la végétation ligneuse prend meilleur aspect mais dans l'ensemble les vraies forêts sèches compactes sont fort rares au Cameroun.

Tout le tapis herbacé est la proie des flammes chaque année. Point n'est besoin ici d'insister sur les causes des feux allumés en pleine saison sèche, mais il faut noter qu'en dehors des feux nécessaires au renouvellement des pâturages des troupeaux nomades (feux bien souvent allumés en fait au début de la saison sèche), des feux de débroussaillement de terrains de culture étendant leur action bien au delà du résultat recherché, de toutes causes de feu accidentelles, les feux de chasse constituent un mode courant d'incendie de la savane

camerounaise, et ce pour un maigre rapport eu égard aux dévastations commises par le feu.

Il existe certes au Cameroun une réglementation, d'ailleurs internationale, interdisant la chasse au feu, mais l'application directe d'une telle réglementation reste difficile. Il faut citer une réglementation des feux de brousse dans une région du Cameroun (Sultanat de Foumban), instituée avant l'arrivée des Européens; en fait, cette réglementation n'était qu'indirecte, car elle visait surtout le contrôle de l'appropriation du gibier et là comme dans toute l'Afrique, le feu était un moyen courant de chasse, pratique enracinée chez le Noir depuis un temps immémorial.

Pendant quinze ans, le Service Forestier Camerounais a cherché à protéger par tous moyens matériels (souvent fort coûteux : bandes défrichées, haies d'agaves, lignes de boutures...) ou législatifs (sanctions individuelles en cas d'incendie provoqué par la chasse au feu) des périmètres de quelques centaines à plusieurs milliers d'hectares, principalement au voisinage des centres de population, espérant voir se développer sinon très rapidement, du moins sûrement, la végétation ligneuse.

Or, de 1932 à 1944, la réserve de la Bénoué, près Garoua (150.000 hectares) brûlait, presque en totalité, en deux années et toujours en pleine saison sèche. En mars 1945, un feu rasait toute la végétation ligneuse sur une réserve de 2.000 hectares protégée pendant dix ans et la végétation ligneuse se retrouvait ainsi à un stade physiologique de six ou huit années en arrière.

Telle était donc la situation en 1944 : réglementation des feux ne concernant en fait que la chasse mais d'application difficile, recherche et pénalisation des incendiaires peu efficaces par suite d'une insuffisance notable du personnel de surveillance, moyens de défense (pare-feu, plantations) devenus excessivement coûteux à cause de la suppression du travail facultatif libératoire de l'impôt, réserves peu évoluées au point de vue végétatif malgré les mesures prises et ensemble du pays soumis à de vastes incendies.

En 1945, à la suite des essais tentés partout ailleurs en Afrique (A.O.F. — Rhodésie, etc.), le Service Forestier Camerounais a modifié sa politique en matière de feu, en adoptant de nouvelles mesures législatives et en utilisant pour tout le territoire le système des « feux obligatoires de début de saison sèche ».

1) Mesures législatives interdisant les feux quels qu'ils soient, avec dérogations possibles sous certaines conditions en faveur des feux pour débroussaillement des terrains de culture ou renouvellement de pâturages, et possibilité d'utilisation des feux précoces sous la direction de l'autorité supérieure, dont les pouvoirs pouvaient être décentralisés au profit des Chefs de région administrative.

Par ailleurs, sanctions juridiques sévères pour tout fauteur d'incendie, et responsabilité collective pécuniaire des villages ou collec-

tivités sur le territoire desquels se produit un feu de brousse accidentel; également, possibilité de réquisition des populations pour lutte éventuelle contre les feux.

2) Utilisation des feux de début de saison sèche. Pratiquement, chaque chef de circonscription forestière, en s'intéressant en premier lieu aux zones de population dense, a pu fixer, d'après des renseignements recueillis sur place, d'après des moyens empiriques basés sur l'analyse de statistiques météorologiques des années antérieures (répartition des dernières chutes de pluie importantes à la fin de la saison des pluies), et sous réserve de perfectionnement au cours des années à venir, un calendrier des mises à feu pour chaque région avec période de 8 à 15 jours ou plus fixée à chaque village ou à chaque groupe de villages pour brûlis obligatoire des zones herbeuses.

Une assez grande publicité fut donnée à l'avance à ces projets, indiquant outre les dates choisies pour chaque village, sinon les zones exactes à brûler, du moins les types de zones à brûler : bordure des routes et des pistes, pourtour des zones où la végétation ligneuse était développée, abords des cases, terrains de culture (à défaut d'incinération de tas d'herbes couverts de terre avec épandage ultérieur des cendres), zones de palmiers (pour le Sud), périphérie des réserves de paille pour toitures, alentours des plantations de caféiers... et les conditions préconisées de mise à feu : en fin d'après-midi à la tombée des vents, sous surveillance, en tenant compte de l'exposition des versants, en effectuant un deuxième essai quelques jours après le premier en cas de difficulté extrême de combustion la première fois...

Lors des feux, une participation effective de la part des Forestiers et des Administrateurs européens et du personnel subalterne ainsi que des populations intéressées et de leurs représentants, permit le plus souvent de réaliser ces feux dans d'excellentes conditions.

D'année en année, à partir des premiers centres intéressés, une telle pratique pourra s'étendre en tache d'huile aux régions voisines. Ainsi pour la région administrative de Foumban dans l'Ouest du Cameroun, de 150.000 hectares en 1945-46, la superficie soumise est passée en 1946-47 à 300.000 hectares pour atteindre la totalité de la région, soit 400.000 hectares, en 1947-48.

De même, autour de Garoua et de Maroua dans le Nord où, en particulier, les réserves forestières de la Bénoué (150,000 Ha.), de Djoubaou (20.000 Ha.), de Wasa (240.000 Ha.) ont été parcourues par les feux précoces dès 1945-46; les réserves du Faro (330.000 Ha.), de Rei (200.000 Ha.), ont participé à ce programme d'action en 1947-48.

Passé les délais autorisés pour les feux, chaque région administrative est divisée en secteurs parcourus périodiquement durant toute la saison sèche par des surveillants montés à cheval, chargés de procéder à toute enquête relative aux feux accidentels qui pourraient

éclater et de lutter après réquisition des populations contre ceux-ci. Leurs rapports entraînent les conséquences juridiques sévères mentionnées ci-dessus.

* * *

Après ces considérations sur les conditions dans lesquelles ont été réalisés ces feux précoces et sur les pratiques adoptées, quelques remarques sur les résultats obtenus ou possibles semblent nécessaires :

— Quant à l'action du feu sur la végétation ligneuse, il suffit d'observer un feu de début de saison sèche pour voir que seules les feuilles, plus rarement les ramilles des arbustes de la savane sont atteintes et, après le passage du feu sur le tapis herbacé, on ne trouve pas d'arbustes enflammés sur pied, rongés par le feu comme dans le cas des feux violents de saison sèche, la croissance ultérieure des arbustes se trouve de ce fait beaucoup mieux assurée, un coup d'œil jeté aux pousses de *Psorospermum*, d'*Anona*, de *Lophira*... et de bien d'autres essences l'année après le passage du feu confirme ce fait.

Il faut noter également que la plupart des arbres de savane fructifient en cours ou à la fin de la saison sèche et que les feux précoces n'endommagent que d'une manière très minime cette fructification, assurant ainsi l'extension de certaines espèces, par exemple *Isoberlinia doka* et *I. Dalzielii*, *Monotes*, *Uapaca* et *Lophira* dans la réserve de la Bénoué, *Hymenocardia acida* dans la région de Foumban. . La destruction des semis ou rejets isolés par les feux précoces est à prendre en considération mais elle est certainement moins importante que sous l'action des feux de pleine saison sèche.

— Que ce soit contre les mouches tsé-tsé qui ne se trouvent qu'accidentellement dans l'herbe, les parasites du bétail, contre les serpents ou tous autres animaux qui savent éviter le feu, les avantages parfois reconnus avec plus ou moins de raison aux feux de pleine saison sèche se retrouvent, bien qu'atténués, pour les feux précoces. Quant aux grands herbivores, si leur conservation doit être prise en considération dans certaines réserves de chasse par exemple, les feux précoces entraînant un renouvellement des pâturages ont aussi une action favorable. A défaut d'un système d'élevage plus perfectionné, le nomadisme moyenâgeux qui est de règle au Cameroun s'accommode fort bien de la pratique des feux précoces et en aucun cas jusqu'à ce jour les éleveurs n'ont élevé de protestation. Bien au contraire, dans les réserves forestières de la région de Maroua, après les feux précoces, les risques d'incendies graves étant écartés, le Service forestier a pu autoriser le pacage; dans ce pays où le bétail est abondant et les pâturages insuffisants, cette autorisation permet de concilier les intérêts de l'élevage et des forêts et ces mesures jouissent d'une grande popularité.

— Pour discerner l'influence des feux précoces sur le sol, des études scientifiques longues et suivies n'ont pas été entreprises au

Cameroun; peut-être faut-il le regretter, mais à première vue le maintien partiel d'une couverture herbacée, la possibilité pour la végétation ligneuse de mieux se développer, constituent des facteurs moins défavorables que la dénudation complète du sol occasionnée par les feux de pleine saison sèche.

— Les feux allumés au début de la saison sèche, se déplaçant capricieusement, divisent le pays en une infinité de parcelles, isolant des compartiments non brûlés, surtout sous les peuplements ligneux et ceux-ci peuvent prendre de l'extension. Ainsi se trouvent spécialement protégés et pour une dépense minime des boisements naturels à caractère économique mais de faibles superficies, quelques centaines d'hectares au maximum (Koutaba et Koutckankap près Foumban : 300 à 400 hectares, Mousgo près Maroua : 1.400 hectares...) brûlés seulement sur leur périphérie et situés à proximité de villages prêts à intervenir en cas de sinistre durant la pleine saison sèche.

— Comme il a été exposé ci-dessus, la surveillance entraînée par la pratique des feux précoces, postérieurement à leur exécution, nécessite un personnel assez abondant et actif, mais tout feu accidentel de pleine saison sèche pouvant être plus facilement repéré, la cause en étant plus facilement établie, les sanctions pénales qu'il entraîne sont appliquées avec plus d'acuité, donc d'efficacité psychologique.

— Le côté psychologique de la question des feux de brousse ne doit d'ailleurs pas être perdu de vue. Partout les populations et leurs représentants ont accepté de bon gré de se soumettre aux mesures imposées et en ont supporté les conséquences, parfois lourdes pécuniairement, sans objection de valeur générale; il faut toutefois remarquer que jusqu'à ces dernières années, la politique et surtout le contrôle pratique de cette politique suivie tant par les forestiers que par les administrateurs variaient d'une région et d'une année à l'autre; les autochtones n'en sont plus à une réglementation près, mais celle-ci ayant un caractère net, précis, étudié, contrôlé, n'est pas restée inaperçue des intéressés, particulièrement d'un certain nombre de chefs qui ont apporté un appui complet et sans réserve au système imposé

Le nombre des cases ou des cultures brûlées ordinairement par des feux de pleine saison sèche ayant été fort réduit, beaucoup de villageois réalisent pratiquement l'intérêt des feux précoces.

Outre l'effort persévérant du personnel forestier et administratif, la propagande par affiche colorée et illustrée en langue indigène montrant l'intérêt des feux précoces pour la conservation des approvisionnements de bois de chauffage, est en voie de réalisation; la propagande scolaire est également envisagée.

Le feu pour quelque cause qu'il soit utilisé, est une pratique enracinée chez l'Africain. Vouloir, du jour au lendemain, faire disparaître cette pratique est certainement une grossière erreur et la pratique des feux précoces par les exigences qu'elle impose, exigences

précises et contrôlables, semble être une étape, sinon désirable, du moins de valeur non négligeable pour arriver au seul but recherché : réduire à de minimes proportions les influences néfastes des feux de brousse.

Tout ce problème semble bien éloigné de la conservation des sols au sens courant de cette expression, mais qui se penche sur l'étude des sols africains de savane, tôt ou tard met en cause le feu et ses dommages. L'exposé ci-dessus, conçu avant tout dans un esprit pratique, présente le système des feux précoces, non comme une panacée, mais comme un moindre mal, d'efficacité bien supérieure, en règle générale, à tout autre système utilisable.

Les feux de brousse du Soudan

par

M. RENARD,
Ingénieur Principal des Services de l'Agriculture.

Rien n'est plus impressionnant au Soudan que ces feux qui durant plusieurs mois chaque année dévastent la brousse, rien n'est plus désolant que de parcourir des zones immenses nues et calcinées avec de place en place quelques squelettes d'arbres noircis. Rien n'est plus lamentable que le fatalisme des populations locales à leur égard et l'assurance de certains Européens sur la nécessité de ce phénomène périodique.

Nous allons d'abord examiner la nature du pays parcouru par les feux de brousse, son climat, son sol, sa végétation, les pratiques agricoles et tous les facteurs qui créent un milieu favorable à leur extension.

Puis en tenant compte de ces données, nous pourrions fixer l'époque et la durée de la période dite des « feux de brousse ».

Dans un troisième paragraphe seront étudiées les origines des feux de brousse, telles qu'elles sont connues actuellement au Soudan.

Un quatrième paragraphe sera réservé à l'étude de la mentalité des indigènes à leur égard.

Dans un cinquième paragraphe seront examinées les possibilités de supprimer les feux de brousse ou tout au moins de réduire leurs dégâts.

Ce travail a été entrepris avec la collaboration de tous les agents de l'Agriculture du Soudan Français qui ont été chargés, chacun dans sa circonscription, d'étudier cette question et de recueillir les éléments de ce rapport.

I — ASPECT GENERAL DE LA QUESTION.

Le Soudan, s'étendant de l'Est à l'Ouest sur près de 1.750 kilomètres et du Nord au Sud sur plus de 700 kilomètres, présente obligatoirement une très grande diversité de climats et par là même de végétations. Néanmoins, mise à part la partie saharienne du territoire qui ne nous intéresse pas dans cette étude, on distingue deux grandes zones

climatiques : la zone soudanienne comprise entre les isohyètes de 400 et de 1.500 mm. et la zone sahélienne entre 100 et 400 mm.

La zone soudanienne est caractérisée par deux saisons : une saison des pluies qui commence vers le 1er juin et s'achève vers la fin du mois de septembre; et une saison sèche qui dure environ huit mois. Malgré le déséquilibre de ce climat et la faible durée de la saison des pluies, des récoltes normales de sorgho, de mil, de fonio, d'arachides et de produits vivriers secondaires sont assurées, sauf peut-être en années anormales dans les régions subsahéliennes.

La zone soudanienne est la plus importante du territoire, car elle s'étend sur la partie la plus intéressante du pays au point de vue économique et au point de vue agricole.

En zone sahélienne les cultures ne sont possibles que s'il y a apport d'eau supplémentaire. Cette possibilité n'existe que dans les régions inondées par le Niger, ses affluents et les lacs qu'il alimente.

A ces deux zones climatiques correspondent deux aspects très différents de la végétation.

Le faciès typique de la zone soudanienne est ce que l'on désigne habituellement sous le nom de « savane-parc », c'est-à-dire une vaste prairie herbeuse parsemée, de façon plus ou moins dense, d'arbres à feuilles caduques et d'épineux. L'herbe est épaisse et de haute taille (andropogonées diverses) et la végétation arbustive est rabougrie. Cependant la brousse est dominée par quelques arbres de haute stature tels que *Khaya senegalensis* (cailcédrat), *Parkia biglobosa* (Néré), *Faidherbia albida* (balanzan), *Pterocarpus erinaceus* (vène), *Afzelia africana* (lingué), *Burkea africana* (siri), *Tamarindus indica* (Tamariner) et surtout *Bombax buonopozense* (Kapokier du Soudan) et *Butyrospermum Parkii* (Karité). Vers le Sud (région préguinéenne) cette « savane-parc » s'épaissit jusqu'à devenir une véritable forêt claire, c'est la région du *Lophira alata* (méné), de l'*Erythrophleum guineense* (tali) et de l'*Isoberlinia doka* (So), le long des marigots apparaît l'*Elaeis guineensis*. Vers le Nord (région présoudanienne) la savane s'éclaircit, peu à peu le faciès soudanien se transforme et passe de la « savane-parc » à la « savane herbeuse ». Le karité et le kapok sont moins nombreux, le baobab et le rônier dominent nettement toute la végétation arbustive, la brousse est sillonnée d'une multitude de pistes créées et entretenues par le passage des troupeaux de transhumance. Puis l'on passe insensiblement à la zone subsahélienne avec son faciès de « savane herbeuse », les arbres à feuilles caduques sont plus rares et sont remplacées par des épineux. Les arbres les plus caractéristiques sont : *Acacia Seyal* (Zaadié), *Ziziphus vulgaris* (jujubier), *Balanites aegyptiaca* (soump ou zéguéné),*Pterocarpus lucens* (gala-iri).

En zone sahélienne, la végétation herbeuse est encore dense (c'est la zone d'élevage où viennent transhumer les troupeaux pendant l'hivernage), mais la végétation arbustive disparaît. On ne ren-

contre plus que des Acacias : *A. Verek, A. tortilis,* etc., quelques palmiers : *Borassus aethiopum* (rônier), *Hyphaene thebaica* (doum) et un épineux *Balanites aegyptiaca* (soump).

Dans cet ensemble, deux régions se distinguent, non pas par leur climat, mais par leur aspect qui en fait une zone nettement à part : il s'agit du Delta Central du Niger et de la région des lacs entre le Debo et Tombouctou. Tout dans cette région est conditionné par le régime des eaux. Le Delta, tout d'abord, est une immense plaine à peu près plate, qui en saison d'inondation devient une vaste étendue d'eau où seuls émergent les villages réfugiés sur de petites hauteurs appelées « toguérés ». Puis plus au Nord lui faisant suite, c'est la région des lacs autour desquels toute la vie est concentrée.

Dans cette région il n'y a qu'un seul aspect de la végétation : la « savane herbeuse » avec prédominance du riz sauvage *(Oryza Barthii)* et du bourgou *(Echinochlea stagnina)* Une seule culture est possible : le riz.

Comte tenu de ces données (climat et état de la végétation), il n'y a donc qu'une partie de l'année (octobre à mai) où se trouvent rassemblées les conditions nécessaires pour que le feu se propage avec facilité à travers la brousse soudanaise.

Les premiers feux apparaissent parfois, en zone soudanienne proprement dite, vers septembre, lorsque ce mois n'a pas été trop pluvieux, mais c'est surtout en octobre qu'ils commencent. Ils ne sont pas encore à cette époque très dangereux, ils s'étendent peu et durent quelques heures seulement. En effet, à ce moment, les herbes ne sont pas encore très sèches, le feuillage est vert et beaucoup d'endroits sont encore humides. Il pleut d'ailleurs toujours un peu en octobre. Les zones boisées résistent, car le feuillage est vert et le sous-bois est humide. Les dégâts cependant sont graves à cette époque car les mils et les sorghos ne sont pas entièrement récoltés, la cueillette du coton n'est pas encore commencée et les champs sont souvent la proie des flammes. Le riz ne craint rien, car les rizières sont alors inondées.

En novembre, décembre et janvier les feux se répandent sur tout le Soudan. Le sud du territoire, jusqu'à cette époque épargné en raison de ses pluies plus tardives et de sa végétation arbustive plus fournie, voit apparaître également les feux de brousse. Il en est de même en zone sahélienne où les eaux se retirent, le plan d'eau s'abaisse et les feux commencent vers le mois de décembre dans la zone intermédiaire herbeuse située entre la zone inondée et les dunes. Néanmoins dans cette région ils sont beaucoup plus rares que vers le Moyen-Soudan. Il n'y a pas de feux dans le Delta où le sol est à cette époque encore imprégné d'eau.

Jusqu'à fin janvier les feux ont été peu importants, ils atteignaient quelques hectares, rarement plus. A partir de cette époque, par contre, ils s'étendent, deviennent plus violents, embrasent complètement les plateaux, les flancs de collines et particulièrement toutes les zones

soumises à l'influence des vents d'harmattan de saison sèche, puis des vents de tornade d'avril et mai. Ils apparaissent surtout le soir et durent toute la nuit, parfois même ils durent plusieurs jours dans les zones particulièrement favorables. Le feu de brousse est le spectacle habituel des soirées de brousse dans les régions accidentées et il faut reconnaître que ce spectacle ne manque pas d'une certaine beauté sauvage.

En résumé, de septembre à janvier les feux de brousse sont peu fréquents et peu violents, de janvier à mai ils deviennent plus nombreux, plus étendus, plus violents, d'autant plus que la sécheresse a été longue et la chaleur intense.

II. — ORIGINE DES FEUX DE BROUSSE.

La question de l'origine des feux de brousse est certainement très confuse, et lorsqu'on en recherche l'auteur ou l'origine on obtient des renseignements tellement vagues, tellement contradictoires ou tellement invraisemblables que l'on doit renoncer à toute investigation en ce sens.

L'étude de la mentalité du cultivateur indigène à l'égard des feux de brousse, que nous examinerons plus loin, explique en partie l'aspect confus de cette origine : pour lui le feu de brousse tout comme la tornade est un cataclysme qu'il faut subir, contre lequel il ne peut rien; il attend le feu de brousse comme il attend la tornade sans se préoccuper de leur origine, il sait que l'un et l'autre arrivent certainement, inévitablement; à quoi bon chercher plus loin. Cette mentalité d'ailleurs, est aussi très fréquemment celle de l'Européen qui classe trop facilement le feu de brousse parmi les caractéristiques du paysage colonial et oublie qu'un incendiaire, que ce soit dans la Métropole ou à la Colonie, est et demeure un délinquant.

Il est possible, néanmoins, malgré les difficultés d'une enquête précise de déterminer les principales origines des feux de brousse.

a) Le *berger* (qui est un peuhl généralement et qui dédaigne le travail de la terre), le voyageur (qui n'a pas la possibilité d'atteindre un village avant la nuit), le colporteur ou « dioula » (qui transporte sa marchandise à dos d'âne) doivent, la nuit, en brousse, assurer leur protection et celle de leurs animaux contre les fauves, contre les serpents, contre les insectes. Un moyen simple, commode, rapide et sûr qui supprime tout travail et assure une protection efficace, est de mettre le feu à une poignée d'herbes et de communiquer ce feu à la brousse aux alentours du troupeau et du campement sommaire où ils doivent passer la nuit.

Quoique cette origine des feux de brousse soit certainement la plus fréquente et la plus logique, elle n'en est pas moins controversée par certains bergers peuhls. Ceux-ci reconnaissent qu'ils profitent du feu de brousse, mais ils affirment qu'ils ne mettent pas le feu intentionnellement : ils allument des feux à proximité de leurs troupeaux pour chas-

ser les fauves et c'est le vent ou les herbes sèches qui communiquent le feu à la brousse. C'est du moins ce qu'ils prétendent. Ceci est très possible, mais comme vraisemblablement ils ne prennent aucune précaution pour éviter l'extension du feu, le résultat est le même et leur négligence est aussi fautive que l'action directe.

La même négligence de la part de ces individus se retrouve lorsqu'en saison froide ils allument des feux pour se réchauffer. Là encore c'est par négligence ou par indifférence qu'ils laissent le feu se communiquer à la brousse. Ou bien le feu s'étend pendant la nuit au cours de leur sommeil, ou bien ils l'abandonnent sans se préoccuper de l'éteindre, toujours par négligence.

Les bergers mettent également le feu à la brousse en mars pour faciliter la poussée de l'herbe dès les premières pluies. Ce sont alors les feux les plus destructeurs, car c'est l'époque où tout est très sec et parce que la paille qui couvre le sol est un combustible parfait. Il semble exact d'ailleurs que le passage du feu facilite la poussée hâtive des andropogonées dont les animaux sont très friands lorsqu'elles sont très jeunes.

b) Les *chasseurs* sont également responsables des feux de brousse. De temps à autre au cours de la saison sèche, les hommes de certains villages se réunissent pour procéder à une battue. Le moyen le plus simple pour chasser le gibier des fourrés où il s'est caché est évidemment d'y mettre le feu. C'est ce que font habituellement les chasseurs, surtout en fin de saison sèche alors que le gibier se réfugie dans les bas-fonds herbeux.

Alors que ces incendies sont le fait de chasseurs ayant agi intentionnellement. on cite également certains incendies involontaires mais fréquents dus à l'imprudence de chasseurs munis de fusils de traite qui laissent tomber sur l'herbe sèche le chiffon enflammé nécessaire à la mise de feu.

c) Pour le *nettoyage* des abords de leur village, pour dégager les pistes, pour protéger leurs cultures ou leurs silos à grains, pour dégager l'espace compris entre le champ et le campement de culture les indigènes mettent fréquemment le feu à la brousse. Il est évident qu'avec les faibles moyens dont ils disposent, les cultivateurs n'ont pas la possibilité d'entreprendre de grands travaux de nettoyage tels que l'Européen est susceptible de les envisager. Le feu est un procédé commode et rapide. Dans ce cas l'indigène sait généralement limiter les dégâts, il sait utiliser les vents favorables, mais il n'est pas rare que le feu se propage en dehors de la zone à détruire et s'étende à la brousse.

d) Les *cultivateurs* ont été aussi très souvent accusés de mettre le feu à la brousse pour défricher de nouveaux terrains de culture. Ceci est possible, mais au Soudan ce sont des cas exceptionnels. Ainsi qu'on le verra plus loin lors de l'étude de la mentalité de l'indigène à l'égard des feux de brousse, le cultivateur sait que le feu est nuisible

au sol et il évite la destruction systématique du couvert général par le feu. En général, il opère les défrichements de la façon suivante : Le plus tôt possible au début de la saison sèche, en principe aussitôt après la récolte, lorsqu'il est dégagé des travaux d'hivernage, le cultivateur procède à un débroussage du nouveau terrain qu'il envisage de cultiver au cours de la campagne suivante. Seuls les gros arbres demeurent sur le terrain. Certains sont conservés et protégés tels que *Butyrospermum Parkii* (Karité), *Parkia biglobosa* (Néré), *Faidherbia albida* (Balanzan) et *Adansonia digitata* (Baobab), les autres au contraire, que le cultivateur ne peut pas supprimer, sont mutilés. Puis en fin de saison sèche, alors que tout est sec, le champ est nettoyé et les branchages secs sont accumulés au pied des troncs où ils sont brûlés. Il est évident qu'il s'agit là beaucoup plus d'une incinération de débris végétaux inutiles pour dégager des terrains de culture que d'un incendie de brousse. Les feux de brousse ne sont dus, dans ce cas, qu'à des imprudences ou à des flammèches emportées par le vent et communiquant le feu à la brousse. Comme dans le cas précédent, il ne peut s'agir là que d'imprudences et non d'incendies volontaires.

e) Les *femmes* brûlent du bois en brousse pour récupérer les cendres. Celles-ci sont utilisées — soit pour préparer le savon indigène (en mélange au beurre karité), soit pour préparer de la teinture (en mélange avec des feuilles d'indigo). Les femmes font ce travail en brousse, là où elles récoltent le bois et souvent elles négligent d'éteindre leur feu et celui-ci se communique à la brousse.

f) Les *locomotives* des trains le long des voies ferrées sont la cause de feux de brousse soit par les flammèches qui sortent de la cheminée, soit par les escarbilles qui tombent du foyer.

g) Les chercheurs de miel pour rendre les abeilles inoffensives brûlent sous les arbres des torches qui, parfois — étant donné que la récolte du miel se fait en saison sèche — communiquent le feu à la brousse.

h) Par *malveillance*, le feu est mis parfois à la brousse. Ceci est rare. Il s'agit alors d'un épisode de la lutte entre deux villages, mais aucun fait précis n'a pu être recueilli à ce sujet. On a cité que dans certains cas le feu de brousse et même l'incendie de récoltes a été le fait de pratiques fétichistes chez les Miniankas et les Samogos. Rien de précis non plus, n'a pu être recueilli sur ce point.

i) Il est coutume de dire que certains indigènes ont l'habitude de mettre le feu à la brousse *par distraction*, pour le plaisir de voir brûler la brousse. Ceci n'est pas prouvé et il n'est pas possible — si dans quelques cas cela est exact — d'affirmer que ce soit général.

En résumé on peut dire que :

65 % des feux de brousse sont dus aux bergers nomades, aux colporteurs et aux voyageurs qui la nuit campent en brousse.

15 % **sont dus aux chasseurs.**
15 % sont dus à des négligences ou à des imprudences diverses.
5 % sont dus à des causes diverses : trains, récolteurs de miel, etc...

III. — DEGATS OCCASIONNES PAR LES FEUX DE BROUSSE.

L'examen des dégâts occasionnés par les feux de brousse est certainement la partie la plus intéressante de l'étude entreprise pour le travail qui nous intéresse. Mais c'est également la plus difficile à réaliser. Pour connaître l'étendue exacte des dégâts il faut suivre l'état du sol, sa végétation et son évolution au cours d'un certain nombre d'années en les comparant à des terres voisines identiques non soumises à l'action des feux de brousse. Or ce travail au Soudan n'a pas encore été entrepris d'une façon systématique. Toutes les études des sols du Soudan sont trop récentes et les terrains étudiés n'ont pas été suffisamment localisés pour que ces renseignements puissent être utilisés de façon pratique. Ce n'est que lorsqu'un Bureau de la Défense des Sols aura été constitué de façon sérieuse qu'un réel travail pourra être entrepris. Pour le moment, nous ne pouvons considérer les renseignements recueillis que comme de simples indications qui permettront d'orienter les recherches futures.

Certains de ces dégâts sont dus directement aux feux de brousse (déforestation, modification de la flore, destruction de l'humus, etc.), les autres sont les conséquences des premiers (érosion, disparition du sol arable, etc.).

a) Action sur la végétation.

Les feux de brousse du début de la saison sèche (septembre à janvier) semblent avoir peu d'effet ou tout au moins un effet assez faible sur la végétation arbustive et partculièrement sur les forêts. L'arbre, à cette époque, est encore vert, riche en sève, les tissus extérieurs ne sont pas encore trop secs et ils résistent au feu. D'ailleurs, à cette époque, les feux de brousse sont moins violents, moins étendus que durant la seconde période, les sous-bois sont encore légèrement humides et le feu s'arrête aux abords des contrées boisées. Au cours de la seconde période (janvier à mai) et particulièrement en fin de saison sèche, par contre, les dégâts sont plus importants et beaucoup d'arbres périssent ou sont affaiblis par les feux de brousse.

Cependant quelques arbres (le karité et le kapokier tout spécialement) résistent beaucoup mieux au feu de brousse, grâce à leur écorce épaisse et liégeuse qui les protège des flammes. Il n'est pas rare, néanmoins, de trouver lors des feux violents des kapokiers et surtout des karités calcinés. Il y lieu, à ce sujet, de citer un fait précis : près de Bougouni, en mars 1947, sur un peuplement de 150 karités qui a subi un feu de brousse 20 ont été détruits et 10 ont été abîmés et devront attendre plusieurs années avant de reprendre

leur bel aspect antérieur, 20 autres ont perdu leurs fleurs et n'ont donné aucune production, alors que l'année 1947 a été dans le Soudan très favorable à la production du karité. Il y a lieu à ce sujet d'examiner très spécialement la question de l'action du feu de brousse sur les karités. Il est de coutume d'entendre dire au Soudan que le karité doit subir l'action du feu de brousse pour produire beaucoup. Cette croyance se retrouve non seulement parmi les populations de brousse mais également chez les individus évolués, alors qu'une simple observation semblerait montrer le contraire : il est facile de constater — et cela s'explique aisément — que les arbres à karité qui se trouvent sur les terrains de culture (donc épargnés par les feux de brousse) donnent beaucoup plus de fruits en année normale que les arbres qui ont été envahis par la brousse, donc sujets à l'action des feux. D'autre part, quoique ces arbres soient soumis chaque année à des feux de brousse, d'une façon à peu près régulière, le cycle triennal de production (une année bonne, une année moyenne, une mauvaise année) est observé à peu près régulièrement, sans d'ailleurs qu'une explication satisfaisante ait pu être encore trouvée. Néanmoins, cette croyance persistante et quasi générale des gens de la brousse doit correspondre à une observation qui, peut-être, nous échappe et il conviendrait de ne pas la rejeter à priori et de faire une enquête beaucoup plus poussée, avec des sondages plus étendus et plus précis que ceux qui ont été entrepris jusqu'alors. Comme pour les observations précédentes, ces sondages doivent porter sur plusieurs années pour avoir une valeur certaine.

Un autre fait concernant cet arbre doit être signalé : il y a très peu de jeunes karités en brousse et il semble que cet arbre n'a pu se reproduire qu'en terres cultivées où sa végétation a été protégée par l'homme. Donc, ou bien le jeune karité ne trouve pas en brousse un milieu favorable à sa croissance, ou bien les jeunes karités ne résistent pas aux feux de brousse et périssent. Les deux hypothèses probablement sont exactes. Les jeunes kapokiers, par contre, sont très nombreux et semblent être plus résistants en général aux feux de brousse.

Beaucoup d'autres arbres de brousse ne sont pas équipés pour résister aux feux et l'indigène déplore la disparition, en particulier, des fruitiers de brousse tels que *Ziziphus vulgaris* (jujubier), *Tamarindus indica* (tamarinier), *Diospyros mespilliformis* (soun-soun), *Gardenia* spp (bouré), *Parkia biglobosa* (néré), *Adansonia digitata* (baobab), *Spondias Mombin* (minkon), *Blighia sapida* (finzan), *Borassus aethiopum* (rônier), *Vitex diversifolia* (Koronifing), *Ximenia americana* (n'tonké), etc. Les indigènes se plaignent de la perte de la paille de brousse qu'ils utilisent pour la litière de leurs animaux et surtout pour couvrir leurs cases. Ils déplorent également la disparition des zones boisées où ils recherchent de préférence leurs nouveaux terrains de culture.

Les feux de brousse sont surtout destructeurs des forêts, destructeurs des arbres de valeur tels que *Khaya senegalensis* (cailcédrat), *Parkia biglobosa* (néré), *Pterocarpus erinaceus* (vène), *Borassus aethiopum* (rônier), *Afzelia africana* (lingué), etc.

Le déboisement par les feux de brousse est suivi, en outre, de tous les inconvénients inhérents à la déforestation et particulièrement en ce qui concerne la question qui nous intéresse : l'érosion et la dégradation des sols. Il y a au Soudan de vastes espaces qui n'ont jamais été cultivés et sont devenus à peu près désertiques, alors qu'ils étaient autrefois couverts de forêts, uniquement par le fait des feux de brousse. La région de Kayes, avec comme témoin la forêt protégée du Paparah, est très caractéristique de cet état de dévastation dû aux feux de brousse suivis d'une érosion intense.

Dans les régions sahéliennes, certains indigènes prétendent que le feu facilite la repousse des bourgeons des acacias. Ceci d'abord n'est pas prouvé mais, par contre, ce qu'il y a de certain c'est que des peuplements entiers d'acacias ont péri par le feu. Il est coutume de dire dans ces régions — et ceci est beaucoup plus exact — que « le feu et les chèvres sont les deux ennemis des gommiers ».

b) **Action sur la flore.**

Seule la flore pyrophile résiste aux feux de brousse. Cette végétation a donc tendance à remplacer progressivement la flore de brousse. Or, ces plantes sont généralement de valeur fourragère médiocre et ne sont consommables par le bétail qu'à l'état de jeunes pousses.

Il y a lieu de citer cette réflexion d'un vieux berger peuhl du Seno (Cercle de Bandiagara) recueillie par l'agent d'agriculture de cette région : « Le monde change beaucoup, les herbes qui poussaient dans nos brousses se sont aussi transformées et nos animaux qui en raffolaient ne les aiment plus ». Seul le feu de brousse est la cause de ce changement, car l'herbe qui pousse autour des villages, de l'avis même des bergers, est moins coriace que celle de brousse. Ceci est peut-être dû à ce que ces terres sont un peu fumées par l'apport des détritus du village, mais c'est surtout parce qu'elles sont épargnées par les feux de brousse.

c) **Action sur l'humus.**

Il ne semble pas que le feu de brousse agisse en profondeur, mais ce qui est certain c'est qu'en brûlant la couverture végétale le feu de brousse fait disparaître l'humus futur. C'est donc une perte pour l'avenir et, l'humus n'étant pas renouvelé par les apports du couvert végétal, la terre s'épuise. Ceci est d'autant plus grave que la méthode traditionnelle d'exploitation du sol des indigènes est basée sur la régénération des sols par la jachère de longue durée. Les indigènes d'ailleurs ne méconnaissent pas cet appauvrissement du sol puisqu'ils évitent de choisir, pour établir leurs nouveaux champs, les terres où est passé le feu de brousse. Cette constatation est générale pour le Soudan.

On a avancé bien souvent que le feu de brousse apportait au sol des cendres riches en éléments fertilisants. Ceci est certainement exact en partie mais les sols du Soudan manquent surtout d'humus et la perte de celui-ci est beaucoup plus grave que la récupération des matières minérales des cendres. Voici d'ailleurs l'avis de l'agent d'agriculture de Niafunké qui a eu l'occasion de suivre la germination du mil en terre préalablement brûlée par le feu. « Là où le feu est passé, le mil germe bien, il croît rapidement jusqu'à l'épiaison, puis brusquement en quelques jours la tige sèche et le pied meurt avant maturité ».

Le feu de brousse, en outre, laisse le sol découvert, dépourvu de son couvert végétal qui le protégeait de l'action brûlante du soleil. Celui-ci accélère les réactions chimiques de la décomposition des matières organiques et les ressources humiques du sol se trouvent très rapidement épuisées.

De même, la disparition du feutrage végétal qui doit normalement, en brousse, recouvrir le sol, le laisse exposé au lessivage intensif dû aux fortes pluies d'hivernage. Les éléments fertilisants n'étant plus soumis à l'absorption de l'humus, sont entraînés et perdus par la plante, principalement en sols sableux et en sols drainés.

d) **Action sur le sol arable.**

Le sol dévasté par le feu de brousse prend généralement en terre argileuse un aspect dur et compact comme de la brique. Il semble peu probable, ainsi qu'on le dit quelquefois, que ce soit la chaleur du feu de brousse qui ait transformé la couche superficielle du sol, l'influence de la chaleur ayant été de trop courte durée, mais il est beaucoup plus probable que cela soit dû à l'influence prolongée de la chaleur solaire sur un sol nu non protégé.

En terre légère, le sol découvert est soumis à l'érosion, provoquée d'une part par les eaux de ruissellement, d'autre part par le vent. Bien souvent sur ces terrains on voit apparaître le sous-sol en quelques endroits.

e) **Action sur le régime des eaux.**

Cette action se rattache à la question plus générale du déboisement. Il est certain que l'eau n'est plus retenue par cette immense éponge végétale que constituent les racines des plantes, l'humus et le feutrage végétal qui couvre les sols non soumis à l'action des feux de brousse. Mais si importante soit-elle, cette action ne permet pas d'affirmer (car les feux de brousse sont bien antérieurs à la période de nos observations) que ce soit la cause de cet asséchement général que l'on est à même de constater au Soudan Français : abaissement du niveau de la nappe phréatique, tarissement des sources, des puits et des mares, diminution de l'ampleur des crues du Sénégal et du Niger.

f) **Actions diverses.**

Les feux de brousse sont la cause bien souvent de la destruction des récoltes, surtout en septembre et octobre alors que les mils et les

sorghos ne sont pas encore partout récoltés; les champs de coton souvent sont également la proie des flammes ainsi que les sisaleraies mal entretenues. Les vergers non entourés de pare-feu sont parfois anéantis. Les pâturages sont détruits.

Le feu atteint aussi des villages, des silos à grains, fait périr les troupeaux surpris en brousse, il détruit chaque année malgré les précautions prises les vannes en bois des ouvrages hydrauliques, les poteaux télégraphiques le long des routes, les ponceaux, etc. On dit communément que « l'on sait où le feu commence, mais on ne sait jamais où il se termine » et ses dégâts sont innombrables.

IV. — OPINION ET ATTITUDE DES CULTIVATEURS.

De l'enquête générale entreprise au Soudan on peut tirer une certitude : le cultivateur indigène comprend l'action désastreuse du feu de brousse, mais il la considère comme un mal qu'il faut subir, contre lequel il ne peut rien et il laisse faire; il attend chaque année ce fléau avec fatalisme. Ainsi que cela a été noté plus haut lors de l'examen de l'origine des feux de brousse, la mentalité du cultivateur à l'égard du feu de brousse peut être comparée à sa mentalité à l'égard de la tornade. Pour lui, l'un comme l'autre est inévitable. D'ailleurs si l'un et l'autre ont des inconvénients, ils ont également des avantages. Si la tornade apporte la pluie bienfaisante, le feu de brousse apporte certains avantages admis par l'indigène :

1) Le feu de brousse accroît la production du karité (nous avons vu plus haut ce qu'il fallait penser de cette affirmation).

2) Le feu de brousse détruit des insectes, des serpents, des scorpions, des animaux nuisibles. Peut-être cette affirmation est-elle en partie vraie; il est probable cependant que la petite comme la grosse faune de la brousse sait depuis longtemps par instinct éviter les feux de brousse, soit en se réfugiant dans certains endroits humides ou dégagés inaccessibles au feu, soit pour les serpents, insectes et autres petits animaux en se réfugiant dans des cavités du sol. D'ailleurs cette action si elle existait serait à double tranchant, car elle risquerait de la même façon de détruire la faune utile (gibier, insectes prédateurs, mangoustes, etc.).

3) On prétend également (mais ceci est plutôt la conviction de certains Européens) que le feu détruit les repaires à moustiques. Cette affirmation est également en partie vraie, mais il semble que ces insectes recherchent de préférence les herbes des zones humides qui par conséquent ne seront pas la proie du feu.

Mais à part ces quelques restrictions, il est certain que le cultivateur soudanais est prêt à donner son concours pour lutter contre le feu de brousse. On peut citer à l'appui de cela l'exemple suivant : en mars 1948, à Katibougou (Subdivision de Koulikoro) s'est déclaré un feu de brousse qui, en raison du vent intense et malgré le pare-feu,

a menacé en pleine nuit de détruire la Station agricole. Le Chef de Station était alors en tournée et aucun Européen ne se trouvait à proximité immédiate. Dès que le gardien eût donné l'alerte, la plupart des manœuvres (d'origine Minianka et Mossi) de la Station qui habitaient à Koulikoro-bâ, à 3 kilomètres de Katibougou, sont venus d'eux-mêmes et sans ordre protéger les plantations.

Il s'agissait là évidemment d'un cas très particulier: il fallait protéger un domaine planté d'arbres fruitiers dont la valeur est connue et appréciée des indigènes. Il est peut-être moins sûr qu'ils comprennent aussi aisément la nécessité de lutter contre les feux de brousse uniquement dans un but de défense du sol. Il sera toujours difficile de faire comprendre au cultivateur indigène que le sol africain s'épuise et que, si des mesures ne sont pas prises, il tendra vers une stérilisation totale.

Donc en général, il ne semble pas que les incendies soient mis volontairement dans le but spécialement de « mettre le feu à la brousse ». L'incendie lorsqu'il est intentionnel a un but beaucoup plus restreint : protéger le troupeau, nettoyer les abords du village ou incinérer des détritus végétaux. Le véritable feu de brousse est dû, semble-t-il, surtout à l'imprudence, à la négligence, à l'insouciance et au fatalisme de l'indigène : « Tania ma toro, n'djé nié klè ma » (Hier est passé, demain appartient à Dieu) dit un proverbe minianka. Cela résume la mentalité du cultivateur indigène quant à la recherche de l'origine du feu de brousse.

Quant à son action défensive, à sa participation à un programme précis de lutte contre ce fléau, je crois, que nous pouvons en attendre une aide efficace à condition de réagir contre leur nonchalance en leur donnant des directives très nettes.

Nous allons examiner quels seront les éléments de ce programme d'avenir.

V. — **ACTION CONTRE LES FEUX DE BROUSSE.**

Il s'agit, si possible, de supprimer ou tout au moins de réduire les effets désastreux des feux de brousse.

Il est certain que le problème est difficile, si l'on songe que dans la Métropole même, on n'est pas encore arrivé dans certaines régions méridionales à supprimer les incendies périodiques de forêts.

La méthode punitive sera peut-être efficace dans certains cas, mais en général la brousse est trop vaste pour que les délinquants soient aisément repérés. Il faudrait d'ailleurs une armée de gendarmes ou de gardes forestiers pour faire appliquer utilement des textes répressifs, il faudrait même envisager la création d'équipes aériennes de surveillance. Tout ceci restera donc encore bien longtemps dans le domaine des projets.

On pourrait admettre — et ceci serait certainement beaucoup plus efficace — le principe de la responsabilité collective et de la sanction

collective — mais ce système répugne à notre mentallité et il serait malaisé de vouloir faire appliquer en Afrique ce que nous n'acceptons pas chez nous.

Le procédé le plus conforme à notre mentalité est celui de l'éducation de l'indigène et de la persuasion. Ce procédé, cependant, est très long et d'une portée très lointaine, alors que le problème de la défense des sols est un problème d'actualité qui ne doit subir aucun retard.

Il faut donc donner à notre action — pour le moment et faute de mieux — une double orientation : éducative et répressive.

a) **Au point de vue éducatif.**

Ainsi que cela a été indiqué plus haut, de façon à peu près générale, les cultivateurs connaissent les méfaits des feux de brousse, ils n'en connaissent cependant pas les raisons et c'est sur ce point qu'il faut diriger les efforts de propagande. On ne défend bien une cause que lorsqu'on la connaît bien. La passivité du cultivateur est, certes, due à une nonchalance innée, mais aussi au manque de compréhension des faits et de leurs causes. C'est notre rôle — et en particulier celui des Services Techniques : Agriculture et Forêts — de faire comprendre à l'indigène de brousse, par tous les moyens à notre disposition : enseignement agricole, causeries, propagande des agents de l'Agriculture et particulièrement propagande par l'intermédiaire des agents d'Agriculture africains, influence directe des agents européens sur les cultivateurs évolués et sur les chefs de village, récompenses (primes, diplômes ou décorations) pour les meilleurs zélateurs de cette cause.

b) **Au point de vue répressif.**

« La peur du gendarme, dit-on, est le commencement de la sagesse ». Cette maxime destinée aux peuples civilisés est également applicable aux peuples primitifs et particulièrement aux bergers nomades qui n'ont pas, comme les cultivateurs, le même intérêt à conserver la fertilité du sol. Ainsi que cela a été dit, les résultats attendus de ce procédé ne sont pas certains, surtout avec les faibles effectifs dont disposent les services intéressés en gendarmes et en gardes forestiers. Mais les quelques résultats obtenus auront cependant un effet suffisant si l'on a soin de les accompagner d'un grand effort de propagande : la crainte du gendarme est efficace mais à condition qu'il s'agisse d'une cause juste et le soir sur le « gouélé » (banc des palabres) on parlera de la sanction et on en discutera. Il faut pour cela qu'elle soit infligée avec beaucoup de discernement, pour un cas très net, qu'il n'y ait aucune ambiguïté et il suffira que le moniteur d'Agriculture en tournée en précise la cause pour que tout le village sache à quoi s'en tenir, avec d'excellentes dispositions d'esprit.

Non seulement il y a lieu d'interdire les feux de brousse, mais également il faut réduire les dégâts de ceux qui n'auront pas pu être

évités. Pour cela il faut prévoir des pare-feu (c'est la méthode habituelle des forestiers, des stations agricoles, des planteurs européens et de quelques cultivateurs indigènes) ou bien faire défricher au préalable certaines zones de passage habituel des grands feux de brousse.

Il faut aussi organiser sur le territoire quelques équipes bien outillées, spécialisées et bien entraînées pour la lutte contre les feux de brousse. Il faudrait également assimiler le feu de brousse à un sinistre, ce qui permettrait la réquisition de la main-d'œuvre dans les mêmes conditions pour la lutte antiacridienne.

Il y aurait lieu enfin de réparer les dégâts, mais il s'agit là du très vaste problème se rattachant aux questions de reboisement et de régénération des sols dégradés, qui dépasse largement l'objet de cette étude.

Quelques mots doivent être dits enfin de la question des « feux de brousse préventifs », mesure préconisée par certains, critiquée par d'autres.

Ce système consiste à mettre le feu à la brousse à une époque aussi rapprochée que possible de la fin de l'hivernage, en septembre ou octobre, ou même novembre au plus tard, suivant la fin des pluies et suivant la région. Cette méthode s'inspire de la constatation signalée plus haut que les feux à cette époque sont moins dangereux et se propagent plus difficilement qu'en fin de saison sèche, car l'herbe et surtout les arbres sont encore imprégnés d'humidité. De plus, un feu commandé peut être en partie dirigé et surveillé et les dégâts sont limités.

Mais il est évident que le principe même est très contestable. Ce n'est qu'un pis-aller qui limite les effets néfastes du feu sans cependant les supprimer. Le feu de brousse, même préventif, détruit le couvert végétal et l'humus, il demeure donc nuisible. Il détruit aussi les pâturages, la paille et parfois même les cultures et les récoltes. Enfin, il est très délicat de faire comprendre à certains paysans peu évolués de la brousse que ce qui est permis en un temps, ne l'est plus quelques semaines plus tard, et l'effet éducatif de certaines sanctions préconisées ci-dessus risque d'être totalement compromis par ces mesures préventives bien souvent mal comprises et mal exécutées.

Il n'en reste pas moins vrai que si l'on obtenait la suppression totale des feux de brousse dès le mois de décembre, ce serait déjà un réel progrès, et si cette méthode permet de limiter les dégâts, elle doit être acceptée malgré ses inconvénients certains. La limitation des dégâts devrait être alors considérée comme la première étape d'un programme, à réaliser ultérieurement, de suppression totale des feux de brousse.

La température du Sol au cours d'un feu de brousse au Sénégal

par

H. MASSON,
Docteur ès sciences.

Durant les périodes de sécheresse, on observe souvent des feux détruisant la végétation à la surface du sol. Parfois ces feux sont allumés volontairement. C'est un moyen pratique pour les chasseurs de déloger le gibier. Les indigènes du Matto Grosso au Brésil n'hésitent pas à déruire de nombreux hectares de superbes forêts pour « canaliser » le gibier et le tuer de leurs flèches. Parfois ce sont les cultivateurs qui allument ces feux en vue de favoriser la culture. La coutume semble particulièrement développée dans la brousse de l'Ouest africain, dans les régions où les pluies ne durent que quelques mois. Durant ce temps, les herbes se développent abondamment et peuvent atteindre un ou deux mètres de haut. Au printemps, elles forment un excellent combustible.

Ces feux de brousse sont-ils vraiment utiles? C'est une question très controversée et je n'ai pas la prétention d'y apporter une solution définitive. J'ai voulu simplement l'examiner au point de vue physique, en cherchant quelle température pouvait atteindre le sol au cours d'un feu de brousse.

INSTRUMENTS UTILISES

Je me suis servi de couples thermo-électriques d'acier B.T.E.— C.T.E fournis par les usines d'Imphy. La soudure chaude se trouvait à l'endroit à étudier. Les deux soudures froides Acier-Cuivre étaient maintenues à la même température. A cet effet, elles étaient placées dans des manchons de verre eux-mêmes disposés dans un récipient isolant. L'ensemble était enfoui dans le sol à une profondeur de vingt centimètres environ. Les fils de jonction soudures-instruments de mesure cheminaient à l'abri du feu dans une rigole creusée dans le sol. Les appareils de mesures étaient deux micro-ampèremètres CHAUVIN et ARNOUX convenablement shuntés. La graduation permettait la lecture au 1/10 de division. Jusqu'à 300 degrés l'étalonnage était fait directement par comparaison avec des thermomètres à mercure. Au delà, j'utilisais la courbe d'étalonnage fournie avec le couple par les usines d'Imphy. Entre 100 et 200 degrés j'ai pu vérifier la bonne concordance des deux courbes.

La précision variait avec la température à mesurer :
entre 20° et 40° elle était de 0°1 environ,
entre 40° et 100° elle était de 0°3,
entre 100° et 300° elle était de 3° (raccordement des 2 courbes),
au-dessus, elle n'était pas supérieure à 10°.

OPERATIONS PRELIMINAIRES.

Des expériences d'essai furent réalisées à proximité du laboratoire sur un terrain vague couvert d'herbes clairsemées parfaitement sèches. La hauteur de ces herbes était de quarante à soixante centimètres; une surface d'environ neuf mètres carrés était isolée. Un couple était disposé au centre de cette surface à quelques millimètres de la surface du sol. Le terrain était pierreux. Ce jour-là le vent était violent. Le feu a duré 1 minute 10 secondes.

Voici les résultats observés : dans tout ce qui suit la lettre *t*° désignera la différence de température exprimée en degrés centésimaux entre la soudure chaude et les soudures froides supposées à la température de l'air ambiant.

Temps en minutes :	2	Température (surface) :	10,1
—	6	—	77
—	8	—	*109*
—	17	—	94
—	20	—	82,5
—	22	—	79
—	27	—	71

La même expérience fut renouvelée le même jour dans des conditions identiques. Le feu a duré cette fois 1 minute 20 secondes.

Temps en minutes :	1	Température (surface) :	48
—	7	—	*105*
—	9	—	64
—	14	—	53
—	16	—	45
—	20	—	41
—	25	—	37

Dans les deux cas, le maximum de température est atteint au bout de sept à huit minutes. Les maximums 105° et 109° sont du même ordre de grandeur. Le refroidissement est lent. On se souvient qu'il s'agit d'un sol pierreux.

Les mêmes expériences furent reprises sur le même terrain, quelques jours plus tard, dans les mêmes conditions. Il n'y avait pas de vent, le feu dura 1 minute 10 secondes.

Temps en minutes :	1	Température (surface) :	29
—	3	—	90
—	5	—	127
—	6	—	164
—	8	—	175
—	9	—	*213*
—	11	—	209
—	16	—	208
—	18	—	207
—	21	—	205
—	23	—	202

Temps en minutes :	26	Température (surface) :	200
—	31	—	198
—	36	—	194
—	41	—	178
—	46	—	158
—	51	—	102
—	56	—	58
—	58	—	48
—	63	—	41
—	71	—	37

En l'absence de vent, la température était plus élevée que précédemment.

Enfin, le même jour, une dernière expérience préliminaire était réalisée, toujours dans les mêmes conditions, avec un feu qui dura 1 minute 15 secondes.

Temps en minutes	1	Température (surface) :	11,2
—	2	—	22,5
—	3	—	45
—	4	—	75
—	5	—	123
—	6	—	157
—	7	—	173
—	8	—	*180*
—	14	—	146
—	18	—	135
—	20	—	109
—	28	—	94
—	33	—	82
—	43	—	60
	83	—	52,5
—	93	—	45
—	113	—	27,4

Ces quatre expériences semblent comparables entre elles. On remarque la température maximum plus élevée les jours sans vent. On ne peut cependant pas généraliser à cause de la petite surface considérée et de la faible hauteur des herbes. Le maximum dans tous les cas est atteint au bout de sept à neuf minutes.

Ces expériences préliminaires avaient surtout pour but de montrer que la méthode employée permettait de parvenir à des résultats cohérents.

EXPERIENCES PROPREMENT DITES (1)

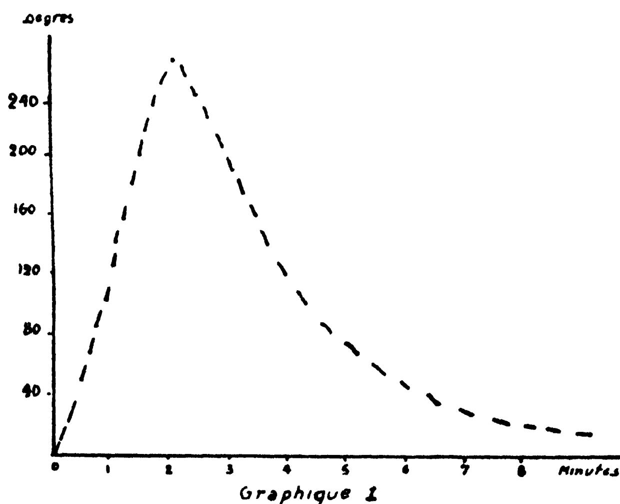
Il restait maintenant à réaliser de véritables feux de brousse. Ces expériences furent rendues possibles grâce au concours de l'Institut français d'Afrique Noire, qui mit à ma disposition les moyens de transport nécessaires, grâce aussi à l'obligeance du service des Eaux et Forêts, qui me fournit le personnel nécessaire pour combattre le feu les mesures terminées.

(1) Ces expériences ont été faites à la fin de février, par conséquent après quatre mois de sécheresse.

I

Une première expérience eut lieu à proximité du marigot de Bargny sur un sol sableux. Les Graminées brûlées pouvaient avoir cinquante à soixante centimètres de hauteur. L'alizé soufflait avec une vitesse moyenne de trois à quatre mètres par seconde. Un seul couple était placé à quelques millimètres de la surface du sol. La surface brûlée avait environ vingt mètres carrés. Un observateur signalait le moment où le feu arrivait à proximité du couple. A cet instant, et il en sera ainsi dans toutes les expériences qui vont suivre, on commençait à compter le temps.

Temps en minutes et secondes :	2	Température (surface) :	*264*
—	3	—	170
—	4	—	132
—	4,30	—	97
—	5	—	68
—	5,30	—	56
—	6	—	45
—	8	—	18,6
—	9	—	11,2



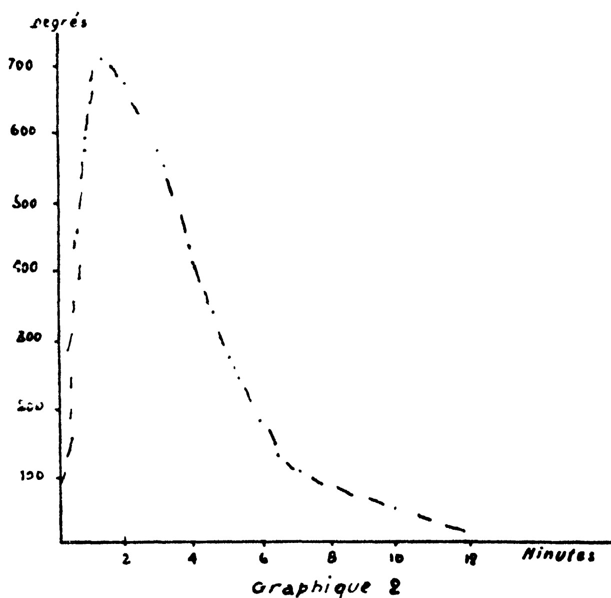
Graphique I

Le graphique I donne l'allure de la courbe des températures en fonction du temps.

Une autre série d'expériences était reprise quelques jours plus tard sur les bords d'un marigot près de Sébikotane dans la région de Bambilor à proximité d'un village appelé Gorom 3. Les herbes, appelées par les indigènes « Diorok », sont touffues, sèches. Elles dépassent un mètre de hauteur. Un couple était placé à quelques millimètres de la surface du sol, un autre à une profondeur de quatre à cinq

centimètres sur la même verticale. Le sol était sableux, meuble, riche en humus. Voici les températures observées :

Temps en minutes et secondes :		Température (surface)	
	0		65
—	0,30	—	260
—	0,45	—	455
—	1	—	585
—	1,15	—	715
—	1,45	—	350
—	2,15	—	665
—	2,75	—	635
—	3	—	585
—	3,15	—	550
—	3,30	—	520
—	4	—	437
—	4,45	—	324
—	5	—	260
—	5,30	—	244
—	6	—	175
—	6,30	—	130
	7	—	97
—	8	—	81
—	10	—	49
—	12	—	16



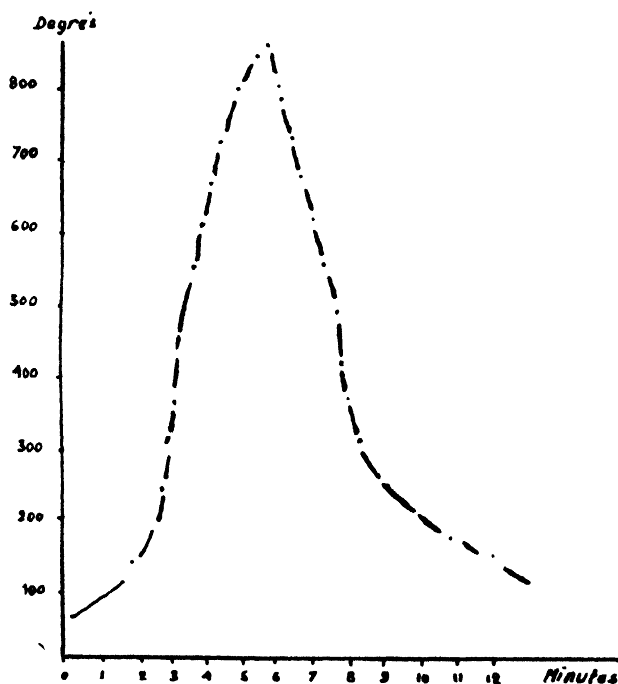
Graphique 2

Les herbes étaient plus hautes; la température maximum s'élève. Le vent était variable assez faible (deux à trois mètres par seconde). Le couple en profondeur n'a décelé aucune élévation de température. La surface incendiée était de vingt-cinq mètres carrés environ.

III

Quelques jours plus tard, dans un endroit très voisin du précédent, là où les herbes pouvaient atteindre un mètre et demi, je recommençais une expérience en plaçant le couple inférieur à une profondeur de trois à quatre centimètres. Le vent avait une vitesse de deux à trois mètres par seconde. La surface incendiée était de trente mètres carrés environ.

Temps en minutes et secondes :			Température (surface) :
	0		60
—	2,0	—	120
—	2,30	—	180
—	2,45	—	240
—	2,55	—	300
—	3,10	—	360
—	3,25	—	420
—	3,45	—	540
—	4,0	—	600
—	4,15	—	660
—	4,30	—	720
—	5,0	—	780
—	5,30	—	840
—	5,45	—	*850*
—	6,0	—	780
—	6,30	—	720
—	7,0	—	660
—	7,30	—	540
—	7,40	—	480
—	7,50	—	420



Graphique 3

Temps en minutes et secondes :		Température (surface) :	
—	8	—	360
—	8,15	—	300
—	8,45	—	240
—	11,0	—	160
—	12	—	125

Vingt minutes après le début des mesures, le couple en profondeur n'avait, cette fois encore, indiqué aucune élévation de température.

IV

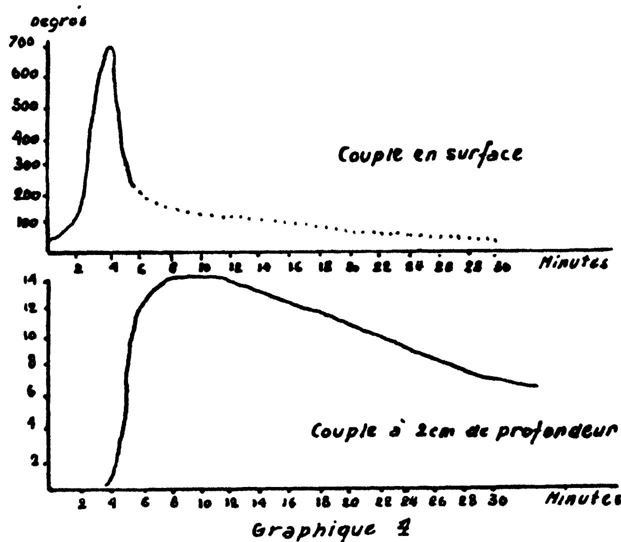
L'expérience fut aussitôt renouvelée en plaçant le couple inférieur, cette fois, à une profondeur de deux centimètres environ. La surface circonscrite (trente mètres carrés), était choisie à l'endroit où les herbes étaient les plus hautes (un mètre et demi à deux mètres).

Temps en min et sec :		Température (surface) :		Température (à deux cm.)	
	0		73		0
—	2,0	—	120	—	0
	2,10	—	180	—	0
—	2,15	—	240	—	0
	2,25	—	300	—	0
	2 40	—	420	—	0
	3,0	—	480	—	0
—	3,20	—	600	—	0
	3,30	—	660	—	0
	3,4	—	720	—	0
	4,0	—	660	—	0,7
-	4,10	—	600	—	
	4,20	—	540	—	1,2
-	4,30	—	480	—	2,0
—	4,45	—	360	—	4,7
—	5,0	—	300	—	6,2
	5,15	—	240	—	8,6
—	5,30			—	10,8
	6,0			—	12,5
	6,45	-	180	—	13,3
—	7,0			—	14,0
-	8,0			—	14,4
	12,0			—	14,1
-	15,0	—	120	—	13,3
—	17,0			—	12,4
	20,0			—	11,7
	21			—	10,8
—	30	—	60	—	7,8

Cette fois, le couple en profondeur avait indiqué une élévation de température, quatre minutes après que le feu eût atteint l'endroit où il était disposé. Par contre, le maximum du couple en surface était inférieur à celui atteint dans l'expérience précédente.

Il aurait été intéressant de refaire une mesure en plaçant le couple inférieur à un centimètre environ de la surface du sol. Mais, dans le cas précédent, le feu avait pris des proportions considérables. Il avait fallu faire appel à la population des villages voisins pour le circon-

scrire. Les autorités locales nous ont « conseillé » de suspendre nos expériences.



Graphique 4

CONCLUSION

Comme on peut le constater, la température atteinte par la surface du sol au cours d'un feu de brousse peut atteindre des valeurs élevées. Le combustible qui a servi aux expériences était constitué par des Graminées communes dans la brousse sénégalaise. Les graphiques nous montrent que cette élévation de température à la surface du sol subsiste durant un temps notable. Il semble bien que, dans ces conditions, la plupart des germes vivants se trouvant sur le sol doivent être détruits. Après l'incendie une couche de cendres fines recouvre le sol. On remarque pourtant sur ces cendres quelques tiges non calcinées échappées aux flammes.

L'échauffement des couches inférieures du sol dépend évidemment de la nature du terrain. Nous avons vu que dans le sol sableux, même à deux centimètres de profondeur, l'échauffement reste très faible et ne semble pas pouvoir exercer une influence néfaste sur les germes vivants.

Si l'on considère d'autre part que la présence de cendres sur le sol peut apporter à celui-ci des éléments utiles à la croissance des plantes, on est porté à conclure que les feux de brousse, survenant avant les pluies, peuvent être utiles au renouveau de la végétation. Mais l'influence du feu de brousse ne s'arrête pas là. Le sol subitement exposé à un soleil ardent subit certainement des modifications profondes. Le problème dépasse certes la question température à laquelle je m'étais limité. Je me propose d'ailleurs de continuer l'étude de ce phénomène, dont on connaît l'importance dans nos régions tropicales, en l'abordant sous d'autres aspects.

L'incendie méthodique des pâtures dans les grands élevages de bovidés au Congo

Note présentée par

l'UNION PROFESSIONNELLE DES ELEVEURS
DU CONGO BELGE (UNELCO)

Dans toute l'étendue du Congo, de temps immémoriaux, l'indigène incendie chaque année les herbes sèches des savanes.

A première vue, ces feux immenses dévorant des étendues illimitées paraissent, à nos yeux d'Européens, un usage tout à fait barbare. Ils suppriment radicalement l'humus qui doit fertiliser le sol; la fine cendre elle-même, qui pourrait constituer un engrais, est trop souvent emportée par le vent. La terre, dès lors, semble devoir être systématiquement appauvrie et stérilisée. Les herbes les plus délicates, et les plus savoureuses, risquent d'être détruites, toutes souffrent de l'incendie et n'ont souvent pas le temps de reprendre avant les pluies; l'érosion peut alors exercer ses ravages sur un sol insuffisamment couvert. Les broussailles périssent, les arbres se rabougrissent, les récoltes sont menacées ainsi que les habitations.

Ne faut-il donc pas proscrire, d'une façon radicale, ces errements néfastes ?

Nous constatons aujourd'hui cependant, que si l'indigène du Congo continue à brûler les savanes à peu près librement, nombre d'entreprises européennes ont dû, elles aussi, adopter ces errements.

Il est peu de questions qui soient plus controversées que celles des « brûlages » au Congo. Les avis diffèrent souvent totalement, selon qu'on envisage le problème, soit au point de vue théorique, soit sous l'angle pratique de la culture, ou des élevages, petits ou grands.

Notre but est ici d'étudier la question uniquement au point de vue de l'élevage en grand.

Un haut et très compétent fonctionnaire du Département des Colonies disait récemment que nos colonisateurs avaient eu trop souvent tort de négliger les coutumes ancestrales et les méthodes des indi-

gènes, observateurs sagaces, totalement adaptés depuis longtemps aux conditions locales.

Tenant compte de cette observation judicieuse, nous aurons peut-être intérêt à considérer les raisons qui poussent le noir à incendier systématiquement les savanes. Le feu de brousse, remarquons-le en passant, n'a pas que des inconvénients. Il détruit notamment une foule d'insectes, de reptiles et d'autres vermines redoutables. Nous ne pensons pas cependant, que ceci soit pris en considération par les indigènes. Ceux-ci brûlent uniquement en vue de la chasse. Les hautes herbes, en effet, les empêchent de voir le gibier, et ils se servent occasionnellement du feu pour organiser de grandes battues. Mais le motif principal qui les conduit est tout autre. Ce qu'ils cherchent, c'est attirer le gibier dans des régions déterminées en lui préparant des herbages jeunes et savoureux.

Ne devons-nous pas, nous aussi, ménager des pâturages de saison sèche à nos troupeaux ?

Voici cinquante ans que les Belges travaillent à acclimater du bétail au Congo et, depuis bientôt trente ans, d'éminents techniciens s'acharnent à créer de vastes élevages pour les régions industrielles. Techniquement parlant, la réussite de nos entreprises est un fait remarquable, que personne ne met en doute.

Il est évident qu'un des premiers et des plus constants soucis de l'éleveur doit être d'améliorer au maximum la qualité de ses pâtures. Il y va de la valeur même de son cheptel mais aussi du rendement économique de son entreprise. Pour cette amélioration si désirable, nos éleveurs n'ont ménagé ni leurs efforts ni leur argent.

Cependant, dans presque tous les élevages de quelque importance, on n'a jamais cessé de brûler méthodiquement les pâtures et on ne sera pas près de cesser avant longtemps.

Pourquoi ? Parce que l'expérience universelle a prouvé, sans conteste possible, d'abord qu'il n'y a pas moyen de faire autrement, ensuite parce qu'il est démontré que les « brûlages », pour autant qu'ils soient faits suivant une méthode judicieuse, non seulement n'appauvrissent pas les herbages naturels mais constituent, au contraire, le seul moyen de leur garder leurs qualités primitives, de les régénérer.

Le problème qui se pose aux éleveurs est le suivant : l'économie générale du pays exige impérieusement la création, dans des délais minima et aux meilleures conditions économiques réalisables, d'élevages de gros bétail aussi considérables que possible.

La résolution de ce problème est régie par deux facteurs inéluctables : le terrain et le climat.

Pour établir des dizaines de milliers de bovidés, en pays neuf, il faut évidemment de très vastes herbages. Ceux-ci ne peuvent se trou-

ver, en blocs suffisamment étendus et à l'abri de la mouche tsé-tsé, que dans des régions où le sol est généralement médiocre voire tout à fait pauvre.

D'autre part, selon les latitudes, la saison sèche est plus ou moins longue et sévère, mais partout, pendant cette saison, il faut nourrir le bétail avec une herbe qui, laissée à elle-même, serait ligneuse, desséchée comme de l'amadou et parfaitement incomestible pour les animaux.

Améliorer rapidement ces pâtures, pour leur faire donner, en toute saison, une nourriture suffisante au bétail, ne pourrait être tenté, dans ce sol pauvre et sauvage, qu'au moyen de labours immenses et d'engrais massifs. La chose est, et sera longtemps encore, une impossibilité radicale, économiquement et matériellement.

Bien plus, le jour où pareille tentative pourrait être risquée, elle demeurerait encore très aléatoire.

Des essais nombreux et méthodiques d'implantation d'herbes améliorées ont abouti, faute d'engrais possibles, à des résultats décevants. Il est prouvé, jusqu'ici, que la solution la plus sage est de s'en tenir aux herbes qui peuplent naturellement les terres d'élevage.

Dans certaines régions déterminées, moyennant certaines conditions précises de terrain et de climat, il a été démontré qu'une amélioration lente des pacages de saison des pluies peut être obtenue. En gardant sur certaines pâtures un maximum de bétail, pendant les pluies, l'herbe tenue rase s'améliore lentement. Mais dans les meilleures conditions, ceci ne peut affecter qu'un tiers au maximum de l'ensemble des pâturages.

Deux tiers doivent demeurer disponibles pour l'alimentation des troupeaux en saison sèche.

Pour ces deux tiers, comme pour l'ensemble des terres des entreprises moins favorisées, il faut nécessairement s'en tenir aux brûlages et aux rotations méthodiques des pâtures, si l'on ne veut pas condamner irrémédiablement les troupeaux à mourir de faim.

Comment, en effet, espérer nourrir, pendant quatre ou six mois, du bétail au moyen d'herbes de saison sèche tout à fait desséchées, dont les hautes tiges sont épaisses et ligneuses, tout à fait inassimilables. Pour avoir de l'herbe jeune et nourrissante, il faut donc, par des brûlages échelonnés, commençant dès la moitié de la saison des pluies, préparer la repousse des pâtures qui seront successivement disponibles pour les troupeaux.

Au début de la saison des pluies, il faut encore brûler les réserves nécessaires. En effet, si on laissait sur pied, en fin de saison sèche, les hautes herbes desséchées, les jeunes pousses qui se faufilent au

renouveau parmi les chaumes de l'année précédente, resteraient inaccessibles au bétail.

Toujours, même là où l'amélioration des pâturages, par surstockage en saison des pluies, est méthodiquement organisée, il faut que le bétail puisse pâturer sur des herbages bas et unis, qui seront ainsi tenus ras pendant un temps plus ou moins long.

Certes, les brû'ages doivent être réduits au minimum et effectués judicieusement, au moment voulu. Au surplus, il restera toujours une partie notable des réserves qui seront volontairement épargnées par le feu, pour les reposer et leur assurer un ensemencement régulier. On se gardera avec soin de brûler trop tard, au début de la saison sèche, afin d'éviter de griller les racines et d'exposer ainsi à l'érosion un sol insuffisamment couvert.

Mais, en définitive, le feu de brousse, voulu et organisé, demeure une nécessité inéluctable pour la presque totalité des grands éleveurs et le restera longtemps encore. L'expérience prouve, au surplus, que des pâtures régulièrement brûlées depuis plus de vingt ans, n'ont rien perdu de leur valeur primitive.

3e SECTION.
GROUPE V.

COMMUNICATION N° 20.

Les feux de brousse à Madagascar

par

le SERVICE DE L'ELEVAGE DE MADAGASCAR.

Cette question a été traitée à Madagascar surtout au point de vue de la conservation des forêts et des pâturages et ce n'est que plus récemment que le côté érosion a été envisagé.

Il est hors de doute que les feux de brousse sont des facteurs certains de détérioration des sols, surtout — ce qui est le cas à Madagascar — s'ils sont effectués dans des régions riches en bœufs.

Pour l'instant, aucune étude sérieuse n'a été entreprise dans l'île en ce qui concerne la protection des sols dans l'avenir; nous nous devons d'envisager le problème sous toutes ses formes pour que Madagascar ne devienne pas la Terre qui meurt.

Le Docteur Vétérinaire METZGER a traité la question des feux de brousse à la Conférence consultative Vétérinaire tenue à Tananarive en août 1942 et nous nous permettrons de lire son travail qui contient quelques aperçus judicieux et pratiques pouvant être utilisés pour la protection des sols à prairies.

Le problème des feux de brousse a déjà fait et continuera certainement encore longtemps à faire l'objet de nombreuses discussions. L'entente sera d'autant plus difficile à réaliser que la question intéresse à la fois trois services différents : les Forêts, l'Agriculture et l'Elevage. Le feu intéresse les deux premiers services en tant qu'il est l'ennemi des cultures et des Forêts. Pour eux, la solution du problème est simple : il suffit d'interdire purement et simplement l'incinération de la brousse et le danger se trouve ainsi écarté.

Pour nous, Vétérinaires, qui avons à notre charge à la fois l'amélioration du cheptel et des pâturages, la question est plus compliquée, puisque nous devons respecter en même temps les cultures et les forêts.

La réglementation des feux de brousse a été entreprise au moyen de différents décrets et circulaires. L'article 26 du décret du 25 janvier 1930 interdit les feux de prairies dans un rayon de 500 mètres

de toute forêt, même réduite à l'état de vestige, ce périmètre devant lui-même être protégé par une bande débroussaillée de 15 mètres de large.

Comme vous le voyez, cette réglementation visait uniquement la protection des forêts sans trop se soucier des pâturages.

Un nouveau décret en date du 25 septembre 1937 modifie ainsi l'article 26 du décret précité : « Les incendies, destructions ou défrichements de forêts et les feux de brousse pour la préparation des cultures et pour les pâturages sont interdits dans tout le domaine de la Colonie. Toutefois, les chefs de districts, par décisions locales soumises à l'approbation du Gouverneur général, pourront autoriser ou faire effectuer des feux de pâturage à 2 kilomètres au moins de tout massif boisé, même réduit à l'état de vestige dans des zones parfaitement délimitées et à des époques déterminées. Le pacage des animaux pourra, en outre, être interdit en certaines zones ».

Une circulaire du 26 novembre 1941, publiée au J.O.M. du 6 décembre 1941, page 878, détermine les modalités d'application des nouvelles prescriptions. (Ici, nous devons rendre hommage à la sincérité du rédacteur de cette circulaire, puisque dans son préambule il reconnaît l'inobservation et l'inefficacité totale des prescriptions contenues dans les différents décrets, arrêtés et circulaires qui, jusqu'alors, avaient réglementé les feux de brousse. La nouvelle circulaire aura-t-elle davantage de succès? L'avenir nous le prouvera. Toujours est-il que les nouvelles instructions nous paraissent avoir été conçues dans un esprit bien en harmonie avec la déformation bureaucratique de l'époque). En effet, elles prévoient trois cas différents :

1° Le premier se rapporte aux régions forestières où l'incendie des forêts et les feux de brousse sont interdits, ainsi que le pacage des animaux dans les zones incendiées (je suppose que cette dernière rubrique a été conçue dans le but de dégoûter les indigènes de mettre le feu à la forêt).

2° Le deuxième cas prévoit la création de périmètres de pâturages. Il se rapporte aux régions où les cultures sont intercalées dans les pâturages.

3° Le troisième vise les zones uniquement couvertes de prairies et réglemente la mise à feu pour la préparation des pâturages dans certaines zones déterminées.

Pour chacun des trois cas est prévu un modèle de décision différent qui doit être accompagné des documents justificatifs.

Vous voyez donc que cette réglementation nouvelle nécessite des enquêtes compliquées et le gaspillage de pas mal de papier. Nous en avons eu la preuve dernièrement encore, lorsque le dossier fort volu-

mineux du District de Betafo relatif à cette question nous fut transmis en communication pour avis. Plusieurs pages ont été consacrées à chaque canton avec, pour chacun, un plan schématique où toutes sortes de figures géométriques en nombre plus ou moins important devaient indiquer les zones dans lesquelles les feux de brousse étaient autorisés de juillet à octobre 1942. Le Chef du Service des Forêts avait rejeté les conclusions, en faisant valoir, et à juste raison, que la décision du Chef du District de Betafo ne faisait que sanctionner les coutumes des Malgaches contre lesquelles s'élevait précisément la circulaire du 26 septembre 1941. Je me suis évidemment rangé à son avis.

Nous avons dit au début que les avis des trois services sur les feux de brousse sont différents. Je crois même qu'ils sont partagés au sein même de chaque service et notamment parmi les vétérinaires. Nous n'avons pas la prétention de nous mettre tous d'accord, car faute de connaissance des particularités de chaque région de Madagascar, nous nous voyons dans l'obligation de vous exposer uniquement les résultats d'une série d'expériences tentées dans le Centre Ouest et sur les Hauts-Plateaux.

Avant d'aborder le problème du feu lui-même, permettez-nous de vous décrire succinctement l'évolution d'une prairie malgache dont les graminées se composent presque exclusivement de danga et de vero. Prenons le cas d'un pâturage brûlé en saison sèche. Au moment des premières pluies de saison chaude, le pâturage démarre. Une légère verdure apparaît. Elle progresse très lentement pendant les deux premiers tiers de la saison des pluies. Puis, en l'espace de quinze jours à trois semaines, l'aspect du pâturage change. Le danga. (*Heteropogon contortus*), plus précoce que le vero, se met à fleurir; puis les longues tiges florales du vero *(Hyparrhenia rufa)* se développent à leur tour, les graines mûrissent et les deux graminées ont verdi. Sous l'influence de la sénilité, bien plus que sous celle de la sécheresse, elles se lignifient et se dessèchent. Les graines du danga se rassemblent sous forme de pelotes et les animaux délaissent le pâturage. La dessiccation continue et les herbes se penchent ou se couchent et forment un tapis plus ou moins épais suivant la richesse du pâturage. Si, au retour des pluies, elles n'ont pas été détruites par le feu ou enlevées par un fauchage, leur présence forme un obstacle mécanique à la préhension par les animaux des jeunes repousses. Sous l'influence des pluies, les herbes desséchées se gorgent d'eau et pourrissent sur place, d'où dégagement d'odeurs peu appréciées des animaux; c'est pourquoi, et uniquement pour cela que dans certains cas, leur destruction par le feu s'impose. On pourrait évidemment y remédier par le fauchage, si les moyens d'exécution pratiques étaient en proportion avec l'immensité des espaces à faucher.

On pourrait également résoudre le problème, en chargeant les pâturages d'un nombre de bœufs suffisant, capable d'absorber l'herbe

à mesure qu'elle pousse. Ce serait possible, à condition d'avoir à sa disposition des parcelles parfaitement et efficacement clôturées, pour empêcher les animaux de divaguer. Malheureusement, le zébu, toujours en quête d'une touffe d'herbe meilleure, a la fâcheuse habitude de se déplacer en mangeant. A force de passer et de repasser aux mêmes endroits, il aurait vite fait de rendre répugnante la prairie mise à sa disposition. De toute façon, au moment de la montée en graine des graminées, qui, comme il vient d'être dit, s'effectue dans un laps de temps très court, les animaux n'auraient jamais le temps d'en venir à bout. Il n'y a donc que le feu pour parachever la destruction des herbes en excédent. C'est là, avec la destruction des parasites, notamment de quantités de tiques, le seul bienfait du feu.

Les méfaits, par contre, comme nous allons le voir, sont bien plus nombreux. En dehors de la destruction des buissons, arbustes, arbres, forêts et tout autre combustible à sa portée, le feu détruit avec les graminées leurs graines qui auraient pu tomber et réensemencer ou intensifier le gazon. Derrière le feu, plus rien, ou presque ne persiste; aucun obstacle ne s'oppose à l'érosion du sol par les pluies diluviennes si caractéristiques des premiers orages de la saison. Les racines superficielles des plantes sont mises à nu et, seules, repoussent les herbes à racines profondes dont la valeur nutritive est inférieure. La disparition des bonnes espèces de graminées et des légumineuses sous l'action du feu trop souvent répétée est indéniable.

Il est hors de doute que la mauvaise qualité des pâturages naturels des Hauts-Plateaux, ainsi que celle des régions de Madagascar habitées depuis toujours, est la conséquence de leur mise à feu trop rapprochée. Si de bonnes prairies existent encore dans certaines régions de la Grande Ile, nous le devons incontestablement à l'insécurité qui les rendait jadis inhabitables. Il serait fort regrettable que la pacification ait pour résultat la dégradation de ces dernières ressources fourragères de valeur.

La campagne contre les défaits des feux de brousse n'est pas spéciale à Madagascar. Elle a été menée dans d'autres pays tropicaux où l'on a constaté des dégâts analogues.

Mais il n'est pas tout de signaler un danger. Il faut trouver le moyen de le vaincre.

Le seul applicable dans l'état actuel des choses est, à notre avis, l'interdiction absolue des feux en saison sèche. Le moment le plus propice pour la mise à feu est, pour les Hauts-Plateaux et le Centre Ouest, la période du 15 janvier au 15 février. A ce moment, les jeunes repousses qui se sont frayé un passage à travers les vieilles herbes desséchées de l'année précédente, s'opposeront à la progression trop rapide du feu et à la trop forte chaleur dégagée par lui. Il est évident que pour pouvoir mettre le feu à la prairie à cette époque,

il faut que la vieille herbe persiste et que les conditions atmosphériques soient favorables; en d'autres termes, il faut choisir des jours sans pluie. La propagation du feu sur de grandes distances n'est plus à craindre. Il est incapable de descendre le long des pentes et encore moins de traverser les bas-fonds. La destruction des forêts est pratiquement impossible, le feu ne pouvant y pénétrer en raison de l'excès d'humidité des sous-bois.

Les dégâts causés aux pâturages eux-mêmes sont beaucoup moins importants. Les graines tombées en saison sèche ont eu le temps de germer et de prendre racine; elles sont à leur tour protégées par l'humidité du sol. Les grosses pluies de début de saison étant passées, l'érosion du sol est beaucoup moins importante. Les cendres seront immédiatement dissoutes et serviront d'engrais.

Sous l'action de la chaleur et de l'humidité, la végétation aux endroits brûlés reprend très peu de temps après le passage du feu et les animaux ne tardent pas à retourner d'eux-mêmes sur les parties nouvellement brûlées, pour brouter l'herbe tendre qui repousse. En raison de la saison déjà avancée, celle-ci n'aura plus l'exubérance habituelle. Elle restera petite, tendre et conservera sa verdure beaucoup plus longtemps. Ceci en vertu du principe suivant. Le but final des végétaux comme celui des animaux, c'est « la conservation de l'espèce ». Or, l'action de la procréation est certainement le stade qui épuise jusque *in extremis*. Les tiges florales réussiront à se développer, mais elles seront petites et n'offriront aucun obstacle à l'érosion du sol. Mélangées aux jeunes repousses, vieilles et jeunes herbes sont absorbées simultanément par les animaux et luttent ainsi contre l'apparition de la diarrhée des animaux qui épuise les bovins au retour des pluies.

Il est évident qu'un pâturage brûlé en janvier ou début février ne pourra l'être à nouveau qu'au maximum deux ans après, faute de combustible, et de ce fait, les dégâts causés aux pâturages par le feu seront automatiquement réduits de moitié au moins.

Nous disons au moins, car pratiquement elles le seront bien davantage. Le feu en pleine saison des pluies ne sera possible que dans les pâturages vraiment denses, c'est-à-dire dans ceux où les vieilles herbes persistantes forment vraiment un obstacle à la préhension de jeunes repousses par les animaux. Dans les pâturages moyens, et à plus forte raison dans les pâturages pauvres, le feu déjà gêné par les repousses sera dans l'impossibilité de se propager. Dans ces endroits, les vieilles herbes sont donc trop peu denses pour gêner les animaux et leur destruction par le feu est inutile. Il y a lieu d'insister sur ce fait.

Par suite de l'impossibilité de brûler cette dernière catégorie de prairies, il nous semble que la réglementation des feux de brousse,

telle qu'elle est prévue dans la circulaire du 26 septembre 1941, est inutile et peut même être néfaste si elle est appliquée mal à propos.

La délimitation des zones à incendier est à priori impossible, elle sera naturellement subordonnée à la richesse des pâturages. Le feu n'est pas indispensable pour la reprise de la végétation.

Cependant, il ne faut pas oublier que pour réaliser la méthode révolutionnaire que nous préconisons, il faudra que la première année, la moitié seulement des pâturages soit brûlée, l'autre moitié devant être réservée pour l'année suivante.

Pour notre part, nous sommes persuadés que les conditions atmosphériques ne permettent guère aux éleveurs de brûler plus de la moitié de leurs pâturages entre le 15 janvier et le 15 février.

Enfin, un dernier avantage pratique qu'on peut tirer de la réglementation des feux de brousse, telle que nous la préconisons, c'est qu'il sera aisé de délimiter autour de chaque village trois zones de pâturages nettement séparées les unes des autres. Chacune de ces zones sera réservée à l'une des trois catégories de troupeaux (vaches avec taureaux, vaches avec leurs produits femelles sans taureau, coupés et taurillons réservés pour la reproduction), dont la constitution est indispensable pour l'amélioration du zébu à Madagascar.

La chasse et la pêche sont bien réglementées. La réglementation des feux de brousse sera plus facilement applicable, puisque les délits peuvent être constatés à grande distance, tant de jour que de nuit. La responsabilité des fokonolona devra être définie et des sanctions sévères appliquées contre les délinquants, le cas échéant.

Encore une fois, c'est une question d'autorité.

Avec le surstockage des pâturages et les routes à bœufs, les feux de brousse sont les points intéressant le Service de l'Elevage quant à la lutte contre l'érosion et il faut espérer que des enseignements seront tirés des exposés qui pourront être faits de ces questions.

Note sur : 1° Les feux de brousse en fonction de l'Elevage. - 2° Rotation, amélioration des pâturages et transhumance saisonnière au Tchad

par

M. RECEVEUR.
Chef du Service de l'Elevage au Tchad.

Pour l'étude des questions qui font l'objet de cette note, il est avant tout nécessaire de faire une rapide présentation du milieu dans lequel évolue le troupeau du Tchad, ce qui nous permettra de mieux saisir les modalités et le pourquoi de certains faits, qui, sans cela, ne pourraient être perçus dans leur intégralité.

SCHEMA PHYTOGEOGRAPHIQUE DU TCHAD.

Un simple aperçu de la carte du Tchad permet immédiatement de découper ce territoire en plusieurs zones

a) La zone saharienne, descendant jusqu'au 16e degré avec pénétration plus au sud par endroits.

Elle se caractérise par :

1) des précipitations inférieures à 280 mm. et surtout leur irrégularité, un point pouvant rester plusieurs années sans recevoir d'eau;

2) du point de vue végétal par le « had » *(Cornacula monacantha)* et le sbot (*Aristida pungens* et sp.).

J'ai constaté l'existence de ces plantes à 80 kilomètres au Nord de l'Ouaddi Kherma, dans la cuvette de Mortcha, où le régime des pluies, au dire des indigènes, est en moyenne d'une précipitation tous les trois ans, régime qui permet au had en zone sablonneuse de tenir. La forme végétative type, sous ce climat est la flore d'acheb.

Du point de vue animal, cette zone est caractérisée par l'existence du dromadaire du point de vue domestique, et de l'addax et de l'oryx du point de vue sauvage, cette dernière espèce étant plus particulièrement saharo-sahélienne.

Dans ces régions, aux dégradations maxima, il est parfaitement inutile de songer à intervenir autrement que par forages profonds destinés à amener l'eau en surface. Dans ces conditions apparaissent les oasis (Faya, Ounianga, etc.) avec comme arbre type le palmier-dattier *(Phœnix dactylifera)* dont au Tchad l'extrême limite Sud d'existence est située à N'Gouri (quelques exemplaires) et surtout subdivision de Mao (véritables palmeraies de plusieurs milliers de pieds).

Dans ces palmeraies et sous ce climat, d'ailleurs du type saharo-sahélien et non plus saharien typique, toutes cultures européennes sont possibles.

2) CLIMAT SAHELIEN. — C'est celui de la majorité du Tchad entre le 14ᵉ et le 11ᵉ, l'espace compris entre le 14ᵉ et le 16ᵉ étant du type saharo-sahélien à prédominance saharienne, celui compris entre le 11ᵉ et le 10ᵉ étant du type sahélo-soudanais à prédominance soudanaise.

Les précipitations atmosphériques sont comprises entre 280 et 750 mm., avec comme moyenne type 400 à 500, ces précipitations s'effectuant entre juin et octobre, avec maxima en août, le restant de l'année constituant la « saison sèche ».

Du point de vue végétatif, cette zone est caractérisée à mon sens par : Acacia senegal *(Kitir abiod)* et Acacia tortilis *(seyal* en arabe du Tchad, à ne pas confondre avec Acacia seyal, dénommé localement thahla).

C'est dans cette zone que l'on rencontre également les peuplements les plus denses de :

1) Hyphaene thebaica (doum en Arabe).

2) Acacia seyal *(tahla)*.

3) Acacia sieberiana *(kouk)*.

4) Balanites aegyptiaca *(Idjilich)*.

5) Calotropis procera *(Ouchar)*.

6) Anogeissus Schimperi (Sahap), ce dernier arbre étant plus particulièrement situé au Sud du 12ᵉ parallèle.

7) Acacia campylacantha *(am sineina)*, arbre également nombreux du 10ᵉ au 11ᵉ degré surtout.

8) Ziziphus sp. *(Nabak, karno)*.

9) Guiera senegalensis, là où existent des sables tassés. Ces dernières plantes ne sauraient d'ailleurs avoir la même spécificité phyto-géographique que les deux premières signalées, certaines d'entre elles pouvant se rencontrer soit en climat saharien soit en climat soudanais.

De plus, il faut tenir compte de la nature des sols dans les localisations géographiques, et de la présence de refuges où ces plantes existent, en dehors de leurs zones typiques sous forme de végétation contractée. Du point de vue animal, cette zone représente la grande zone d'Elevage, particulièrement développée au Tchad, en même temps que celle où se concentre la grande faune sauvage, cette dernière étant plus particulièrement abondante en zone sahélo-soudanaise.

Au Tchad, cette zone revêt trois types : à l'Ouest, sable, au centre, formation argilo-sableuse (Naga), à l'Est, formation granitique, cette formation se retrouvant sur Mongo-Melfi.

Les précipitations saisonnières, les écarts de température nocturne-diurne, les vents (Est-Ouest dans l'ensemble) donnent des caractéristiques toutes particulières à ce pays :

1) L'existence de pâturages temporaires, conditionnés par la nature du sol et l'importance des précipitations.

2) Une dégradation importante des sols, soumis pendant sept mois de l'année aux variations climatiques sans écran végétal suffisant.

Cette dégradation est le fait :

a) de la température (en particulier sur les roches, qui « éclatent » littéralement).

b) du vent (érosion éolienne, sur les terrains relativement denses ou amenant la formation de dunes; c'est à quoi il faut imputer l'assèchement des pays bas du Tchad, les sables ayant coupé le sillon du Soro (Bahr El Ghazal).

c) des pluies violentes, provoquant de nombreux ravinements particulièrement sensibles en zones montagneuses.

L'action des feux de brousse a été développée par moi plus loin. J'en résume ici les conclusions : strictement à proscrire en zone sahélo-saharienne, à diriger plus au Sud.

Le nomadisme, que j'appelle d'un terme plus exact transhumance, est obligatoire en ces pays où n'existent que des points d'eau temporaires. Il ne saurait être question en raison de la nature même de l'Elevage et de la question eau, de créer des réserves fourragères (c'est une utopie : un propriétaire de 500 bœufs ne peut récolter en quinze jours le fourrage nécessaire à l'alimentation de son troupeau sans moyens autres que son couteau) ni d'organiser une rotation des pâturages. Les seules solutions possibles consistent en la création de pâturages réservés où seront sélectionnées certaines graminées : *Eragrostis* sp. *Eleusine* sp. *Dactyloctenium*, *Chloris* sp., *Sctaria* sp., *Brachiaria* sp., etc., et qui doivent être strictement surveillés pour donner des résultats, et en l'ouverture de points d'eau par forages profonds permettant l'ou-

verture de pâturages inexploitables actuellement faute d'abreuvement possible pour le bétail.

3) CLIMAT SOUDANAIS. — Deux zones au Tchad.

a) au Sud du 10e parallèle;

b) à l'Ouest du Chari, ce fleuve formant une barrière réelle entre le Sahél et le Soudan. Je caractérise ce climat du point de vue précipitations par une chute d'eau de 750 mm. et au-dessus, avec allongement de la saison des pluies, s'étendant sur cinq mois entre les premières et dernières précipitations.

Du point de vue végétal, je la caractériserai par trois espèces :

a) Parkia biglobosa;

b) Butyrospermum Parkii;

c) Bombax buonopozense,

auxquelles viennent s'ajouter de multiples Combrétacées.

Cette zone est également celle où l'Acacia albida (Faidherbia albida, *Haraze* en arabe) pousse en peuplement dense. Mais cet arbre ne peut en aucune façon servir à caractériser une zone, son habitat s'étendant jusqu'en zone saharienne pourvu qu'il trouve de l'eau, et est courant dans les Ouaddis temporaires de la zone sahélienne, comme j'ai pu le constater. La zone soudanaise est représentée au Tchad en particulier par le Mayo-Kebbi, le Logone et le Moyen-Chari.

Du point de vue pâturage, on aborde les zones à graminées vivaces grossières, mal acceptées du bétail, lequel ne consomme guère que la repousse résultant des feux de brousse, qui ici, sont une nécessité vitale pour permettre non pas l'entretien, mais la vie du bétail en détruisant une quantité énorme d'insectes piqueurs, soit sous forme adulte, soit sous forme larvaire.

Cette zone convient mal à l'Elevage — et du point de vue dégradation est beaucoup mieux protégée que la précédente, sans toutefois l'être entièrement du fait de l'existence d'une saison sèche encore importante.

Telles sont, brièvement brossées (il faudrait quelques dizaines de pages bien remplies pour développer cette question — et serais-je sûr de ne pas épuiser ce sujet?) les caractéristiques tchadiennes.

C'est dans le milieu ainsi caractérisé que se déplace le bétail tchadien, allant de la zone sahélo-saharienne (saison des pluies) à la zone sahélo-soudanaise (saison sèche), les exceptions à cette règle étant constituées par :

1) Le groupe d'Elevage du Mayo-Kebbi, du type guinéen, restant en zone soudanaise;

2) Le groupe d'Elevage de Mangueigne, noyau d'élevage arabe stationné en zone sahélo-soudanaise.

LES FEUX DE BROUSSE EN FONCTION DE L'ELEVAGE.

Les feux de brousse, en détruisant la couverture végétale des sols là où elle existe, apparaissent comme un des facteurs les plus importants dans la dégradation des sols et de ce fait sembleraient devoir être strictement prohibés. C'est du moins, envisagé sous le seul angle de la protection du sol, la conclusion logique qui s'impose. J'ai été amené à penser ainsi au début de ma carrière coloniale — mais petit à petit j'ai été conduit, non pas à charger totalement ma manière de voir, mais à la modifier sensiblement, et cela en fonction non du seul point de vue de la dégradation des sols, mais d'un complexe biologique où, à l'égal de la flore, entre la faune tout entière, y compris l'homme.

C'est qu'en effet le feu agit non pas sur un facteur électivement, mais sur un ensemble de facteurs qui sont : 1) la plante, 2) le microbe, 3) l'insecte, 4) le mammifère. L'action du feu sur ces facteurs doit être envisagée de deux manières :

a) vis-à-vis de chacun d'eux;

b) dans les modifications apportées à l'équilibre biologique du milieu.

C'est ce que me faisait remarquer un chef de village, en zone sahélo-soudanaise, propriétaire de troupeaux, auquel je faisais remarquer que le fait d'avoir brûlé sa brousse le conduisait à s'éloigner temporairement de chez lui, pour y revenir lors de la chute des premières pluies.

« Tu sais, m'a-t-il répondu, si ce n'est pas nous qui brûlons la brousse, c'est elle qui nous mangera ». — Et à la réflexion, j'ai trouvé qu'il y avait, dans ces paroles, beaucoup de sagesse — et chose peut-être encore plus rare que de la sagesse — du bons sens, et que la vérité n'était peut-être pas aussi éloignée de là qu'on voudrait le croire. C'est qu'en effet, le feu demeure l'arme la plus puissante que l'homme primitif possède entre ses mains, arme à deux tranchants, et dont il faut savoir se servir, en attendant qu'on puisse la remplacer par une autre, qui reste encore en bien des cas à déterminer, à la fois dans sa nature et dans son emploi.

C'est dans cet esprit que, d'après nos connaissances, nous allons chercher à dresser un tableau de l'emploi du feu dans les diverses zones de la région tchadienne.

REGION SAHARIENNE.

Les feux de brousse n'y existent pratiquement pas — pour la bonne raison qu'il n'y a rien à brûler, la densité végétale étant suffisamment

faible pour que, d'une touffe à l'autre, il ne puisse y avoir transmission de l'incendie.

La seule question qui pourrait se poser est celle de l'incendie des îlots de végétation contractée. Il n'y a qu'une seule réponse possible : lutter contre l'incendie par tous les moyens. Il est, je crois, inutile de s'étendre longuement sur les raisons d'une telle conduite, la lutte entre l'élément végétal, qui conditionne la vie animale et humaine et les éléments météorologiques est telle qu'il faut à tout prix, et par tous moyens, conserver la vie végétale partout où elle existe, car sa disparition conduirait à une stérilisation complète de la vie.

REGION SAHELIENNE.

a) **Région sahélo-saharienne.** — Cette région est, comme je l'ai dit, caractérisée par une végétation maigre, composée d'herbes fines et de mimosées. Les avantages et inconvénients des feux s'y présentent comme suit :

Inconvénients :

1) Destruction des pâturages et mise à nu du sol qui se trouve soumis à l'action stérilisatrice du vent, du soleil...
2) Destruction de la flore microbienne du sol;
3) Destruction des espèces alibiles, au profit des ligneuses;
4) Suppression temporaire des espèces mammaliennes et de leurs pasteurs, donc tendance à la désertification.

Avantages :

1) Action du feu, sur les graines de certaines mimosées, pour lesquelles une coction superficielle serait nécessaire pour assurer la germination;
2) Stérilisation des pâturages du point de vue insectes (ixodes en particulier), transmetteurs d'affections à protozaires.

Les ixodes sont des acariens.

Au total, et à la lumière des faits acquis et des connaissances actuelles, l'ensemble des inconvénients l'emporte très largement sur celui des avantages. Tout au plus y aurait-il lieu d'examiner régulièrement le degré de pollution des sols par les insectes transmetteurs de protozooses, et, dans les périmètres reconnus infectés, de pratiquer localement et sous surveillance la désinfection par l'écobuage, limitant l'opération à des périmètres strictement définis, et cela tant que d'autres méthodes de « nettoyage » n'existeront pas. C'est là, la première apparition d'une indication utile de feu de brousse, liée à celle du périmètre infecté.

b) **Région sahélienne.** — En zone sahélienne proprement dite, se retrouvent les mêmes avantages et les mêmes inconvénients que

pour la zone sahélo-saharienne. Il y a cependant lieu de noter la présence de « bas-fonds » où la concentration de l'eau de ruissellement en saison des pluies amène la formation de cuvettes où la végétation change de type et qui constituent de véritables zones microclimatiques de type soudanais, où ont lieu de massives pullulations d'insectes, appartenant à de nombreux types zoologiques. En saison sèche, la stérilisation de ces cuvettes s'impose et je pense que — dans l'état actuel des choses — le feu peut être un excellent instrument.

c) **Régions sahélo-soudanaise et soudanaise proprement dites.** — Je groupe pour la commodité ces deux régions, de types végétatifs voisins. Des précipitations atmosphériques plus intenses permettent la croissance de graminées vivaces, à cycle végétatif plus long, qui ne sont alibiles pour le bétail qu'au début de leur végétation. De plus, lorsqu'elles sont brûlées, elles donnent naissance à des repousses qui sont un bon aliment pour le bétail.

Enfin, comme ces plantes existent surtout là où l'on rencontre un nombre particulièrement élevé d'insectes, d'ordre divers, dont la plupart sont soit parasites, soit vecteurs de parasitozooses, leur destruction par le feu amène de manière concommittante celle de nombreux parasites, et son action est alors loin d'être à dédaigner et peut faire pardonner la destruction soit de graines (il en demeure toujours assez, l'expérience le prouve), soit surtout de jeunes plantes.

Dans certains cas même, il empêche la végétation de prendre un type désordonné et pratique, en quelque sorte un « clearing » des terrains soumis à son action.

Aussi pouvons-nous conclure en disant : en zone sahélienne proprement dite (au Nord du 12e degré de latitude Nord), le feu doit être strictement prohibé et combattu chaque fois qu'un foyer se déclare; en zone sahélo-soudanaise (au Sud de la ligne ci-dessus déterminée), le feu, surveillé et bien conduit, permet l'utilisation en saison sèche de pâturages inemployables sans cela, en même temps qu'il assure la stérilisation des surfaces ainsi ouvertes à l'élevage.

L'interdiction du feu en région sahélienne devrait, bien entendu, coïncider avec l'obligation effective pour les populations voisines des foyers d'incendie de combattre le fléau par tous moyens : débroussage, extinction à l'aide de branchages, etc., sanctionnés en cas de manquement. Une nouvelle réglementation devrait être mise sur pied à cet effet, d'ordre moins général que celle actuellement en vigueur, en tenant compte des lieux et circonstances dans le sens que je vais indiquer.

LUTTE CONTRE LES FEUX DE BROUSSE.

En ce qui concerne plus particulièrement la lutte contre les feux de brousse en région sahélienne, je proposerai les mesures suivantes :

1) Surveillance de la zone sahélienne au moyen de l'*observation aérienne*. C'est la seule formule qui permette d'embrasser rapidement de grandes étendues, et de signaler tous foyers d'incendie. Ces foyers seraient indiqués par Radio à la fois à un Poste central de surveillance à terre et à la subdivision intéressée;

2) Lutte contre les foyers incendiaires à l'aide d'équipes spécialisées, pourvues du matériel nécessaire.

Je précise. Il est de constatation courante en brousse de voir un feu arrêté par un simple sentier de village, large de 30 à 40 centimètres, surtout en région sahélienne, région qui a le plus besoin d'être protégée contre les feux.

Il n'est nullement utopique de penser couvrir certaines régions particulièrement propices à l'élevage (Kanem, Batha, Ouaddaï) d'un quadrillage de ces « chemins » de feux, délimitant des superficies variables, selon l'importance des pâturages et les accidents de terrain.

Il ne saurait être question de faire ce travail à la main, mais un matériel automobile « ad hoc » — représenté par exemple par un lourd camion tout terrain, muni de balais rotatifs en fils d'acier — serait capable de faire très rapidement de tels sentiers, par « balayage » d'une zone de 50 à 60 cm., voire un mètre.

Outre le rôle préventif, ce matériel serait utilisé dans la lutte directe contre le feu, faisant au-devant de l'incendie un chemin coupe-feu qui suffirait à en arrêter la propagation, ce qu'une main-d'œuvre souvent impossible à rassembler ne permet pas de faire.

Ce mode de lutte serait certainement beaucoup plus efficace qu'un arrêté généralement inapplicable, pour de multiples raisons, et dont la moindre est souvent celle des distances qui, elles, relèvent de l'équipement matériel.

AMELIORATION DES PATURAGES ET TRANSHUMANCE SAISONNIERE.

Pour traiter sainement cette question en ce qui concerne le Tchad, il faut avoir perpétuellement présent aux yeux et à l'esprit ce qu'est le Tchad, son élevage et les conditions sociales de ceux qui le pratiquent, sinon on en arriverait à préconiser des solutions d'application générale qui seraient beaucoup plus du domaine de l'utopie que de la réalité.

Aussi faut-il avant tout se rappeler les conditions bioclimatiques des zones où se déplace le bétail. Elles sont présentes à toutes les mémoires : climat sahélien, végétation contractée, précipitations atmosphériques réduites à une période de l'année (quatre mois) en dehors de laquelle la sécheresse est absolue.

De plus, il faut également tenir un compte absolu de ce fait : l'élevage pratiqué est un élevage extensif, et il ne peut être fait de réserves fourragères pour le bétail dans les points où l'eau souterraine existe toute l'année : l'élevage est trop important et la population qui le pratique exclusivement pastorale est insuffisante pour assurer la constitution de réserves alimentaires : on voit mal la possibilité (pour ne pas dire qu'on ne le voit pas du tout) de créer pour une famille de 10 personnes par exemple, une réserve de fourrage pour 100 têtes de bétail (ce qui est peu).

Il découle de ces faits que le bétail doit se déplacer pour chercher à la fois eau et pâturages, les deux choses devant se trouver réunies au même point.

Si l'on considère comme type le mouvement des Myssiriehs, l'on voit qu'ils ne font que se conformer à cette nécessité et l'on ne peut raisonnablement appeler ces gens « nomades » puisque : a) beaucoup ont leurs villages où ils laissent une partie de la population; b) on les trouve à des dates précises en des points précis. On doit donc leur appliquer le terme transhumant et en rejeter celui de nomade, malgré l'usage, car ce mot est évocateur en l'esprit d'une série d'images qui sont loin de représenter la réalité et qui, même chez ceux avertis, tendent à fausser le jugement.

Quels sont les facteurs qui commandent, dans l'espace, et non plus dans le temps, ces lieux de transhumance? Ils sont avant tout géographiques et l'examen d'une carte fixe à ce sujet : un esprit logique peut, de ce seul examen, déduire quelles seraient ces régions, et tout naturellement les points où les pasteurs iront.

Il leur faut :

a) de l'eau;

b) des pâturages;

c) ils ne peuvent pénétrer dans les zones à tsé-tsés.

La migration s'effectuera donc du Nord au Sud en saison sèche, pour suivre le courant inverse pendant les pluies et elle s'arrêtera là où existent les pâturages et l'eau, sans entrer dans la zone dangereuse à glossines.

Comme zones répondant à ces désiderata, il existe principalement au Tchad deux cuvettes : le Baguirmi, dans la région située entre Massénya-Bousso-Melfi (Dekakire en particulier) et le Salamat, séparées par le pointement granitique du massif montagneux Mongo-Melfi-Aboudeïa (partie seulement de cette subdivision) qui ne se prête pas à l'élevage, les régions montagneuses ne possédant aucun pâturage important et, où, de plus, les espèces alimentaires y sont de mauvaise qualité.

Deux voies naturelles conduisent, l'une au Dekakire : c'est le Batha de Lairi, remontant presque jusqu'au Fitri, sur le trajet duquel se place le gros marché de Gama, l'autre de Bahr Saker et son dédoublement vers Fodio, conduisant au Salamat. Une deuxième voie accessoire existe en outre dans cette région, c'est la voie Am-Dam-Ouaddi Doi.

Comme conséquence logique des faits précédents, la migration venant du Nord (Région du Batha-Fitri, à l'Ouest, Ouaddi Haddad-Oum-Hadjer à l'Est) se heurtera au massif montagneux de Mongo-Melfi et se divisera tout naturellement en deux courants, l'un, la fraction Ouest (Ati) empruntant la voie Ouest : Batha de Lairi et allant au Baguirmi, l'autre la fraction Est (Oum-Hadjer) empruntant la voie Est et allant au Salamat.

Cette transhumance est bien établie, à la fois dans le temps et dans l'espace, et les modifications qui peuvent survenir chaque année ne sont que d'importance secondaire.

Ce que je viens de dire à propos des Myssiriehs, dont j'ai pris le mouvement comme type, car c'est là que se trouve notre plus important et meilleur noyau d'élevage, est également vrai pour les autres, au Kanem et au Bahr el Ghazal (Kanembous et Kridas) la transhumance est de faible rayon, limitée à chacune de ces régions respectives.

Dans la subdivision de Fort-Lamy (Arabes), la transhumance est faible, venant le long du Chari dans le Sud de la subdivision de Fort-Lamy en saison sèche, pour remonter au Nord (subdivision de Massakory en saison des pluies, de 200 à 250 kilomètres de transhumance).

A Bokoro, les Arabes transhument du Nord de Bokoro (saison des pluies) au Sud de Bokoro et Dekakire (saison sèche) où ils trouvent les Arabes de Batha.

Les Fellatas (Peuhls) qui occupent ces régions, effectuent sensiblement le même périple.

Salamat. — *a*) Subdivision d'Aboudéïa-Am-Timan. Les Arabes s'associent aux Moubis et en saison sèche occupent les mares jusqu'au Sud du Département pour, en hivernage, remonter au Moubi.

b) Mangueigne. Les éleveurs de Mangueigne occupent en saison sèche un point situé au voisinage du Bahr Aouk pour en hivernage remonter par Terkama sur le Bahr Azoum, dans la région de Néodia, Ras et Fil.

Sila (Goz Beïda). Transhumance réduite, à l'intérieur de la subdivision.

Ouaddai. — Les éleveurs arabes vont de la Région de l'Ouaddi Bithea Batha (saison sèche) à l'Ouaddi Haddad (saison des pluies) y retrouvant les éleveurs d'Oum-Hadjer et de Biltine. Les Arabes Ma-

hamides et Maharies de la subdivision de Biltine pratiquent surtout un déplacement Est-Ouest : à l'Est en saison sèche, au pied de la zone montagneuse; à l'Ouest en saison des pluies, vers les Ouaddis Haddad et Kherma où ils retrouvent les Myssiriehs. Les Zaghauas font de même.

En Eguei, où se pratique surtout l'élevage du chameau, il y a déplacement dans la région même sans en sortir. Il en est de même dans l'Ennedi.

Tel est, rapidement brossé et sans pouvoir entrer dans le détail, le schéma des principales zones de transhumance.

En ce qui concerne la surveillance de ces déplacements, la conférence des chefs de département, en 1942, s'inspirant des faits et de ce qui a lieu pour les nomades des territoires du Sud de l'Afrique du Nord, avait adopté le principe suivant : surveiller la transhumance effectivement dans le but non pas de la réduire ou d'en modifier les zones, mais dans celui d'éviter et de régler les différends qui surviennent nécessairement au cours de déplacements de telle importance. On envisageait que cette surveillance puisse être faite soit par un administrateur, soit par un vétérinaire auquel étaient conférés certains pouvoirs de police, cette situation permettant en même temps la surveillance sanitaire du cheptel.

La réglementation de la transhumance dans l'espace tiendra compte des mêmes observations : la recherche des pâturages les meilleurs et de l'eau la plus abondante est le plus puissant mobile des transhumants : or, il se trouve que ce sont les régions Sud, régions des mares permanentes, qui recèlent les pâturages de « Borgou », les meilleurs pour l'entretien du bétail. Il se trouve également que la présence de l'eau est nécessaire au cycle biologique des glossines. Il est donc tout naturel que glossines et bovidés aient une limite commune et que le pasteur cherche le plus possible à bénéficier des pâturages de décrues, progressant jusqu'à l'extrême limite où les tsé-tsés n'occasionnent pas de pertes importantes.

D'autre part, cet accroissement des zones de parcours est du point de vue économique, un phénomène favorable : il est un des facteurs de l'accroissement numérique du cheptel.

Cette question de l'organisation de la transhumance et de sa surveillance est primordiale. Pour la mener à bien une double étude est nécessaire, étude poussée à fond :

1) Etude des pâturages et points d'eau disponibles;

2) Etude des mouvements actuels dans le bétail et des règles indigènes qui les régissent.

C'est ensuite seulement que les mesures nécessaires pourront être prises en toute objectivité.

Les principales causes de la transhumance saisonnière étant ainsi établies, les conséquences en étant connues : surcharge des pâturages et dégradation des sols en certains points, là où la densité du bétail est trop élevée, déforestation par les pasteurs en certains cas (élevage ovin), quelles mesures peut-on envisager?

Posons d'abord les conditions auxquelles doit répondre une mesure pour qu'elle soit valable, dans le pays qui nous intéresse.

1) Il faut en premier lieu qu'elle soit pratiquement applicable. C'est pour l'avoir trop souvent oublié qu'on a été conduit à prôner des solutions qui, parfaites en soi, n'ont jamais rien donné que sur le papier. C'est le fait, par exemple, que je signalais plus haut, de la constitution de réserves fourragères pour lutter contre le nomadisme. Cette mesure est peut-être excellente, appliquée à des agriculteurs possesseurs de quelques têtes de bétail, habitués à moissonner et pour lesquels, dans de nombreux cas, la réserve fourragère ne sera en quelque sorte qu'un sous-produit de récolte, mais ce ne sera jamais le cas pour les grands éleveurs transhumants, se déplaçant en région où la culture est impossible en raison d'un hivernage trop court, démunis qu'ils sont de moyens mécaniques de récolte, et pour lesquels se posera ensuite la question de l'eau.

2) Il faut que la mesure soit simple pour être aisément applicable sans matériel spécial dans la plupart des cas

3) Il faut qu'elle soit d'efficacité suffisante, afin d'avoir une portée générale.

Je ne vois, dans l'état actuel des choses, qu'un seul procédé utilisable : la mise en défends de parcelles où poussent des espèces intéressantes au titre alimentaire. Les parcelles ainsi délimitées et judicieusement disposées doivent servir de réservoirs de graines qui, disséminées par le vent, transportées souvent fort loin, améliorent considérablement les pâturages d'alentour, en même temps qu'à l'intérieur même des parcelles l'espèce intéressante devient dominante. A partir de ce moment, on peut, en fin de saison sèche faire rapidement pâturer la réserve et les animaux qui l'ont consommée contribueront alors à la dispersion de ces espèces lorsqu'ils s'en iront plus loin.

Pour que le procédé donne des résultats, il faut, bien entendu, que ces réserves, une fois déterminées, soient effectivement surveillées.

Concurremment à la conservation et à l'amélioration des pâturages, il faut en envisager l'utilisation rationnelle. De nombreuses zones de parcours sont inutilisées soit en totalité soit en partie parce qu'elles ne possèdent pas dans leur voisinage immédiat les points d'abreuvement nécessaires aux troupeaux.

Et avec ce dernier point, nous touchons à un problème crucial de l'élevage et partant de la conservation des sols. Si nous voulons organiser une rotation des pâturages et surtout diminuer la densité de l'élevage sur certains points pendant la période sèche (la question ne se pose jamais pendant la saison des pluies), il faut ouvrir de nouvelles zones de parcours, et cela par la création de points d'eau.

Je puis écrire sans crainte de me leurrer qu'au Tchad plus de 50 % des pâturages existants sont inutilisés, faute de points d'eau pour assurer l'abreuvement du troupeau. Il existe de nombreux et d'excellents pâturages sahéliens qui, durant toute la saison sèche, sont fermés à l'élevage, lequel se concentre alors dans les régions plus au Sud, surchargeant alors les pâturages où les troupeaux sont rassemblés. La politique de l'eau est, comme pour toute région sahélienne, primordiale au Tchad.

Jusqu'à présent aucune réalisation n'a pratiquement été faite. Quelques puits ont bien été creusés, mais souvent il arrive que beaucoup d'entre eux s'assèchent en avril. On a pratiqué la politique des petits moyens, qui ne saurait donner aucun résultat.

On a également cherché à différencier la politique de l'eau en hydraulique villageoise, culturale, pastorale, etc. Ces différenciations sont subtiles — et on pense peut-être simplifier le problème en le scindant — ce qui est un leurre. On ne réussit qu'à le disperser, sans jamais voir le moindre début d'amélioration. Tout le monde fait de l'hydraulique, tout le monde fait des puits... et personne ne réussit.

Le problème est pourtant simple dans ses données, et la marche à suivre pour obtenir la solution connue : il n'y a dans les formules qui servent à résoudre ce problème, qu'à remplacer les lettres par les moyens et par les hommes spécialement adaptés à leur tâche.

Le but est connu : mettre de l'eau à la disposition des utilisateurs.

Le premier stade — si l'on ne veut pas mettre la charrue avant les bœufs — est de créer un organisme de spécialistes, qui, faisant appel à tous les documents et à toutes personnes ou services intéressés, établira d'abord les documents de base : à savoir la distribution actuelle des eaux, tant superficielles que profondes. Tout est pratiquement à faire dans ce domaine, et des sondages seront bien souvent nécessaires.

Une fois ce premier travail établi — qui est, je le répète, la première chose à faire si l'on ne veut pas courir à un échec — l'ordre des travaux sera arrêté, en fonction des besoins à assurer.

Dès maintenant, on peut estimer qu'ils doivent porter sur deux ordres d'idées : a) les eaux superficielles — eaux de ruissellement et b) les eaux profondes.

Les premières intéressent surtout les zones sahélo-soudanienne et soudanienne. La multiplication des retenues d'eau, soit par barrages

possibles (Bahr Azoum, par exemple, soit par création de citernes), permettra de multiplier les zones de pâture, diminuant ainsi la densité des troupeaux autour des points d'eau naturels actuellement utilisés, et de freiner sensiblement la descente vers le Sud.

Les eaux profondes intéressent surtout les zones sahélienne et sahélo-saharienne proprement dites : c'est ainsi que les régions immenses, situées entre le Bahr el Gazal et le Ouaddaï, s'étendant du Nord au Sud sur une profondeur de près de 200 kilomètres, ne peuvent être pratiquement utilisées qu'en saison des pluies par bovins et ovins.

La nappe est profonde. Ce qu'on en sait, permet de la situer à un minimum de 60 à 80 mètres — sans qu'on puisse en indiquer l'importance. De grands travaux de recherches sont à faire — et le problème de l'eau y est certainement un problème de grands moyens. Problème d'élévation par pompage mécanique — problème de distribution par pipeline. Il faut des nappes considérables, capables d'assurer un gros débit, qui seul rendra l'opération économiquement viable, comme je l'ai dit plus haut. Là, tout est à étudier.

Si les travaux préparatoires reconnaissent la possibilité d'application d'un tel plan, ce sont d'excellents pâturages ouverts à, au bas mot, un million de bovidés et à leurs pasteurs. Le problème de la transhumance et de la distribution des pâturages — partant de la conservation des sols — sera, pour ces régions, sinon entièrement résolu (je ne le crois pas en raison des autres facteurs qui agissent), du moins fortement simplifié.

Telles sont les observations qu'il me paraissait utile de présenter en ce qui concerne le Tchad en face des problèmes « feux de brousse et amélioration des pâturages » et « transhumance saisonnière » évoqués à la Conférence de Yangambi, et qui vont l'être à nouveau à la Conférence Africaine des sols de Goma.

Fort-Lamy, le 25 juin 1948.

PROCES-VERBAUX DES SEANCES DE LA TROISIEME SECTION

LES SYSTEMES DE CULTURE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA CONSERVATION DES SOLS

1re Séance

Le 11 novembre 1948, à 8 h.

PROCEEDINGS OF THE SESSIONS OF THE THIRD SECTION

CULTURAL SYSTEMS IN RELATION WITH SOIL CONSERVATION

1st Sitting

November, the 11th 1948, at 8 hrs.

Communication n° 5 : J J. O. PAZZI

présentée par l'Auteur. | introduced by the Author.

Communication n° 108 (20 A) : SERVICE DE L'ELEVAGE DE MADAGASCAR

présentée par M PILET. | introduced by Mr PILET

Communication n° 88 : M. M. H. JAUMAIN

présentée par l'Auteur. | introduced by the Author.

Communication n° 131 : L LENS

présentée par l'Auteur.

M. PILET présente la note du service de l'élevage de Madagascar au sujet de la Raquette inerme dans la lutte contre l'érosion éolienne

Comme les trois notes suivantes traitent de sujets semblables, LE PRÉSIDENT propose de les présenter et de les discuter globalement

M. JAUMAIN résume sa note sur la conservation des sols et la rentabilité des cultures indigènes en territoire de Lubero et en zone Bashu-Beni.

Ensuite, M. LENS présente sa « Note sur quelques essais de réalisation pratique de travaux anti-érosifs au Ruanda-Urundi » et, M. PAZZI la sienne sur la « Technique des opérations anti-érosives en Union Sud-Africaine »

LE PRÉSIDENT fait remarquer que les thèses de MM. JAUMAIN et LENS sont identiques, sauf quant à la formation des terrasses.

M. MICHOTTE demande si l'on ne pourrait pas éviter, dans la partie supérieure des terrasses, « l'appauvrissement de la couche arable », dont la reformation est difficile.

M. JAUMAIN répond qu'en affouillant le moins possible au moment de l'éta-

introduced by the Author

Mr PILET introduces the note prepared by the Animal Husbandry Service of Madagascar on the use of the spineless prickly pear in the control of eolian erosion.

As the three following notes are on closely related subjects the CHAIRMAN suggests to have them read out first and discussed later.

Mr JAUMAIN summarizes his paper on the conservation of soils and on the rentability of native crops in the Lubero district and in the zone of the Bashu-Beni.

Mr LENS, next, introduces his note on experimentation in Anti-erosive operations and field applications in Ruanda-Urundi.

Mr PAZZI follows and introduces his paper on Anti-Erosion operations in South Africa.

THE CHAIRMAN points out that the systems proposed respectively by Mr JAUMAIN and Mr LENS are identical safe as regards the process of terracing.

Mr MICHOTTE inquires whether it would not be possible to prevent the impoverishment of the arable soil in the upper part of the terraces, the reconstitution of which meets with so many difficulties.

Mr JAUMAIN replies that by reducing the digging at the top of the terraces

blissement de la terrasse, et en la faisant houer ensuite horizontalement au moyen de houes à manche long, on évite dans une large mesure cet inconvénient. De plus, le fossé « éponge » compense la perte de matières humifères résultant de l'affouillement.

Un échange de vues s'établit entre MM. LENS et JAUMAIN.

Les différences entre les deux opinions résultent de la surpopulation qui rend nécessaire l'utilisation au maximum des surfaces disponibles pour l'agriculture, des pentes plus fortes du terrain et de la composition différente du sol.

M. JAUMAIN fait remarquer qu'avec une muraille de 4 mètres, les éboulements sont à craindre.

M. LENS estime que dans sa région un affouillement de 50 cm. est insuffisant à cause des fortes pentes.

M. HUMBLET constate que le système Lens risque d'assécher le bord de la terrasse et qu'il n'y a pas lieu de s'en tenir strictement aux chiffres cités par M. JAUMAIN.

A une question posée par M. BADCOCK, M. LENS répond que la muraille est recouverte par de la végétation spontanée.

M. MALCORPS voudrait savoir à quelle pente la muraille doit tendre dans le système Lens. Ce point ne peut être précisé actuellement, car les terrasses n'ont pas encore atteint leur stade d'équilibre.

M. COLIN MAHER répond que le profil d'équilibre s'établit à 45° et M. PILLET signale qu'à Madagascar on a établi, avec succès des terrasses bordées de murailles verticales de trois mètres de haut dans les champs de riz.

M. GRIFFITH déclare que les pentes ne sont pas forcément perdues puisqu'on peut les utiliser pour des plantes fourragères.

LE PRÉSIDENT résume la discussion. Il fait ressortir les différences existantes entre les conditions qui prévalent en Afrique du Sud et au Congo Belge.

En Afrique du Sud les pluies sont irrégulièrement réparties au cours de l'année. Elles sont diluviennes durant la courte période de pluies. De plus, les sols sont très sablonneux. Les travaux antiérosifs doivent tenir compte de la présence de bétail dont on ne peut que difficilement réglementer le

and having it hoed horizontally with long-handled hoes this inconvenience can be largely avoided. Moreover, the ditch makes up largely for the loss in organic matter resulting of the digging.

Messrs LENS and JAUMAIN discuss their respective points of view.

The differences in the latter spring from the factor of overpopulation which compels to a maximum utilization of available land, of steeper slopes and different soils.

Mr JAUMAIN views that landslides are to be feared with walls 4 m. in height.

Mr LENS thinks that in his region digging to a depth of 50 cm. would be of no avail because of the steep slopes.

Mr HUMBLET points out that by the Lens system the edges of the terraces might dry out and that there is no reason to keep strictly to Mr LENS' figures.

Mr BADCOCK inquires as to what sort of vegetation grows on the walls. Mr LENS replies that it is a spontaneous one.

Mr MALCORPS wishes to know what would be the angle of the final slope in Mr LENS' system. Mr LENS is unable to state a figure at the present as the terraces are not stalibized yet.

Mr COLIN MAHER states that the profile of equilibrium would be 45°.

Mr PILLET points out that in Madagascar terraces with vertical walls two meters high have been successfully established for the cultivation of irrigated rice.

Mr GRIFFITH wishes to draw attention to the fact that the walls are not necessarily lost for agriculture as they may planted with leguminous crops.

THE CHAIRMAN sums up the discussions by stressing the differences between the conditions prevailing in South Africa and in the Belgian Congo.

In South Africa the rains are irregularly distributed around the year; they are torrential during a short rainy period. Moreover soils are of a very sandy nature. Antierosion operations have to reckon with cattle whose passage ways are only controlled with difficulty. Transport is not done by

cheminement. Le transport ne se fait pas par porteurs, mais bien à l'aide de traineaux qui favorisent la formation des ravines.

bearers but with sleighs that contribute greatly to gullying.

Au Congo Belge, la situation est toute différente : les pluies sont mieux réparties au cours de l'année. Elles sont moins violentes. Le manque de mécanisation permet de constituer des terrasses plus étroites.

In the Belgian Congo, conditions are quite different. The rains are more evenly spread around the year and not so violent. Absence of mechanization allows for narrower terraces.

Quant à savoir quel système doit être préconisé, tout dépend des conditions locales.

As regards the system to be recommended depends on local conditions.

Communication n° 8 : F. X. Laubscher

Communication n° 109 (25 A) : A Dauzat

M. Laubscher expose ses vues sur la production des récoltes en relation avec la conservation des sols.

Mr Laubscher states his views on crop production in relation to soil conservation.

M. Dauzat parle ensuite de la protection des sols au Tchad, en Oubangi et dans le Moyen-Congo. Le Président lui demande s'il n'estime pas qu'il y a du bétail en surnombre qu'on pourrait utilement supprimer. M. Dauzat répond par l'affirmative.

Mr Dauzat, then speaks of soil protection in the Tchad and Oubangi areas and in the Middle Congo. The Chairman inquires whether he is not of the opinion that there is an excess of cattle which could profitably be eliminated. M. Dauzat agrees fully.

Le Dr Guyaux fait remarquer qu'au Kivu, la réforme du bétail se fait par le service vétérinaire en accord avec un jury indigène.

Dr Guyaux points out that in the Belgian Congo the culling of stock operates through the veterinary service in cooperation with a native jury.

D'autres questions posées ont trait à la régression possible de la flore et aux moyens à mettre en œuvre pour supprimer les tiques et autres parasites, sans avoir recours aux feux de brousse.

Other questions put forward have regard to the flora and as to the various means which could be employed to obtain riddance of ticks otherwise than by bush fires.

M Dauzat estime qu'il est difficile d'utiliser des « dipping tanks » faute d'eau.

M. Dauzat thinks that the usage of dipping tanks on any large scale is barred in these regions owing to lack of water.

2me Séance

Le 11 novembre 1948, à 14 h. 30.

2d Sitting

November, the 11th 1948, at 14:30 hrs.

Communication n° 30 : Ch. Lemaitre

présentée par le Président. | introduced by the Chairman.

Communication n° 46 : C. Raeburn & J. W. du Preez

prédentée par M. Raeburn. | introduced by Mr Raeburn.

Communication n° 32 : P. Guillemet

présentée par M. Drogué. | introduced by Mr Drogué.

Communication n° 51 : Colin Maher

présentée par l'Auteur. | introduced by the Author.

Communication n° 70 : Service Agricole du Sénégal

Le Président présente la note de M. Lemaitre sur « les moyens propres

The Chairman introduces Mr Lemaitre's paper as to the means of con-

à parer à l'usure des sols dans l'Est du territoire du Niger ». Il passe ensuite la parole à M. RAEBURN qui expose ses vues sur les possibilités d'utiliser des ressources en eau de moindre importance pour l'irrigation sur petite échelle. LE PRÉSIDENT lui demande de dire brièvement en quoi consistent les différentes méthodes qu'il préconise.

M. DROGUÉ expose la note de M. GUILLEMET : « Considérations sur l'évolution régressive des terres de cultures en A. E. F. ».

La discussion est ouverte par M. SOYER qui demande si la jachère forestière à *Ceara* préconisée par M. GUILLEMET n'est pas trop artificielle. M. DROGUÉ estime que n'importe quel couvert est à préconiser et que le Céara offre de plus l'avantage d'être spontané.

M. COLIN MAHER, avant d'exposer sa note, demande que la traduction soit faite au fur et à mesure de la lecture. Il résume ses deux notes : « L'étude des systèmes agricoles dans leurs relations avec la conservation du sol » et « les méthodes de conservation du sol ».

LE PRÉSIDENT résume ensuite la note concernant les mesures prises ou à prendre pour conserver aux terres à arachides leur potentiel de fertilité.

La séance est levée à 16 h. 10.

trolling soil degradation in the Eastern part of French Nigeria.

Mr RAEBURN introduces his communication on the possibilities of using the natural water resources of lesser importance for minor irrigation schemes. THE CHAIRMAN requests Mr RAEBURN to state briefly the various schemes and their results.

Mr DROGUÉ introduces Mr GUILLEMET's paper on the regressive evolution of arable soils in French Equatorial Africa.

Discussions are opened by Mr SOYER who questions whether the forest fallow of *Ceara* as preconised by Mr GUILLEMET is not too artficial. Mr DROGUÉ says that any sort of cover can be suggested; Ceara offers the advantage of being subspontaneous.

Mr COLIN MAHER before introducing his communication requests for a translation to be given as he proceeds with the reading. He summarizes his two notes : « The study of the agricultural systems in relation to the conservation of the soils » and « Methods of conservation of the soils ».

THE CHAIRMAN outlines the means in use or to be preconised for the conservation of the fertility of pea-nut soils.

The sitting is adjourned at 16:10 hrs

3me Séance

Le 12 novembre 1948, à 8 h. 15.

3d Sitting

November, the 12th 1948, at 8·15 hrs

Communication n° 96 : E. H. J. STOFFELS

présentée par M. HENDRICKX | introduced by Mr HENDRICKX.

Communication n° 53 : COLIN MAHER

présentée par l'Auteur. | introduced by the Author.

LE PRÉSIDENT ouvre la séance en demandant d'activer les communications et de les résumer. Il passe ensuite la parole à M. HENDRICKX qui expose la communication de M. STOFFELS : « Les systèmes de cultures et la fertilité des terres. »

M. COLIN MAHER parle des méthodes de conservation du sol.

LE PRÉSIDENT ouvre la discussion en faisant remarquer que les améliorations à apporter aux systèmes de cul-

THE CHAIRMAN opens the meeting by requesting that all communications be given as quickly and concisely as possible.

Mr HENDRICKX introduces Mr STOFFELS' communication « The systems of cultivation and the fertility of soils ». This calls for no comment.

Mr COLIN MAHER briefly outlines his paper « Soil conservation methods ». After this exposé, THE CHAIRMAN opens the discussions by remarking that the improvements to be made to the various systems of cultivation are known,

tures sont connus, mais que leur application est difficile, aussi bien en Afrique qu'en Europe.

M. HENRY désire savoir si à la suite du système des assolements triennaux avec mécanisation, exposé par M. SAGOT, un appauvrissement du sol n'a pas été constaté. Il ajoute que ce fait a été remarqué à Yangambi.

M. SAGOT répond qu'une expérience d'arachide, suivie de deux années de jachère à la fin desquelles la végétation fut coupée, puis labourée, donna un enrichissement du sol. Cependant, les résultats d'une agriculture mécanisée n'ont pas encore pu être obtenus faute de machines.

M. LAUBSCHER demande à M. COLIN MAHER quelle est la durée de la jachere arbustive et quelle en est la valeur comme aliment pour le bétail.

M. COLIN MAHER estime que dans une jachère forestière, le bétail ne s'indique pas et qu'à l'issue d'une jachère de trente ou quarante ans, on aurait, outre une restauration du sol, des produits sylvicoles intéressants.

but, whether in Africa or Europe, the difficulties arise once their application is attempted.

Mr HENRY inquires, in connection with the question dealt by Mr SAGOT, whether in the triennal rotation under conditions of mechanized cultivation an empoverishment of the soil has not been noticed? It has been so in Yangambi.

THE CHAIRMAN replies that an experiment with peanuts has been started. At the end of a fallow of two years an enrichment has been obtained by cutting back the vegetation and ploughing it under. However, the results of a mechanized agriculture have not yet been proven for lack of machines.

Mr LAUBSCHER questions Mr COLIN MAHER concerning the length of the forest fallow and its nutritive value for cattle.

Mr MAHER replies that forest fallows are not suitable to cattle. On the other hand, after thirty to forty years one would obtain, besides soil recovery, some valuable timber.

Communication n° 180 : J. MULLER

présentée par M. HENRY.

introduced by Mr HENRY.

Communication n° 119 : F L HENDRICKX & J. HENDERICKX

présentée par M HENDRICKX.

LE PRÉSIDENT invite les anteurs à préciser, en relation avec leurs travaux, les conditions climatiques ou autres

M. MULLER présente sa note La lecture en est interrompue LE PRÉSIDENT, considérant l'importance de ces travaux, souhaiterait obtenir la traduction des principaux passages

M. HENDRICKX présente sa note sur la jachère à bananiers. Cet exposé est suivi avec beaucoup d'intérêt et, comme le fait remarquer le PRÉSIDENT, place la culture de la banane sous un jour nouveau.

M. D'OTSOLIG demande si l'on n'observe pas d'érosion sur les champs de bananiers. Il est répondu par la négative, pour autant que l'abattage des bananiers se fasse dans le sens opposé à la pente.

M. HENRY demande quel est le prix de la farine de banane, et quels sont

introduced by Mr HENDRICKX

Mr COLIN MAHER replies that forest fallows are not suitable to cattle. On the other hand, after thirty to forty years one would obtain, besides soil recovery, some valuable timber

Mr MULLER introduces his paper but his exposé is interrupted by the CHAIRMAN who, considering the high value of the informations, requests that an english translation be given before resuming

Mr HENDRICKX introduces his paper on the banana fallow. THE CHAIRMAN affirms the deep attention that has been given to this communication. This, he says, puts banana plantation under a new light.

Mr D'OTSOLIG opens the discussion by querying whether no erosion is observable. There is none replies Mr HENDRICKX providing the stipes are felled up-slope.

Mr HENRY questions about the marketing and the price of banana flour

ses débouchés et sa valeur; il voudrait être renseigné au point de vue économique sur cette culture.

M. HENDRICKX fait remarquer que la région souffre souvent de semi-disette et que cet apport supplémentaire de farine serait bien accueilli.

M. LAUBSCHER soulève la question de l'introduction de plantes vivrières sous bananiers et demande si la quantité de matières alimentaires produite est suffisante. Ce à quoi M. HENDRICKX répond que tout dépend de la longueur de la jachère. Si celle-ci dure de cinq à dix ans, la quantité produite serait nécessaire, mais si la jachère dure plus de douze ans, la quantité produite pourrait devenir insuffisante.

M. GRIFFITH voit dans le système cultural de M. HENDRICKX une période de jachère intéressante permettant le repos de la terre, et se demande s'il n'y aurait pas moyen d'étendre ce mode de culture à d'autres plantes de rapport.

M. GILLAIN s'informe si, lors de l'abattage des stipes de bananiers, il ne serait pas possible d'employer ce surplus de végétation pour l'alimentation du bétail. M. WATSON pose la même question et met en garde, éventuellement, contre la coloration et le goût du lait, s'il y a fermentation des stipes. A ces questions, M. HENDRICKX répond qu'il ne compte pas employer le bananier pour l'alimentation du bétail, car celui-ci est un mauvais transformateur. Mais au Tanganyika, la chose se fait avec succès.

M. STANER fait cependant remarquer que cette opération frustre le sol d'un apport intéressant de matières humiques.

M. HENDRICKX, pour pouvoir concilier les deux opinions, dit qu'une partie de la nourriture du bétail se retrouve sous forme de fumier.

Plusieurs assistants mentionnent des cas similaires et concrets de cette forme d'alimentation.

and on the economical aspect of this kind of cultivation.

Mr HENDRICKX remarks that this region often faces semi-starvation and a new staple-crop would be most welcomed.

Mr LAUBSCHER questions on the cultivation of food-plants under the bananas and whether the quantity of nutrients produced would be adequate. Mr HENDRICKX rejoins that it is a question of duration of the fallow. There would be sufficiency with fallows of 5 to 10 years, but it might be a different matter with protracted ones, of say, 12 years.

Mr GRIFFITH sees in Mr HENDRICKX's system the interesting point of a lengthy resting period for the soil under fallow and queries on the possibility of extending this system to other food-crops.

Mr GILLAIN queries whether, on felling, the stipes could not be used as cattle-fodder. Mr WATSON puts the same question, but is of the opinion that care must be taken with such feed with regards to its influence on the milk, in colour and taste, once the stipes have begun to rot. There is no intention replies Mr HENDRICKX, of using them as fodder, because cattle is a bad transformer. He is aware that some success has been registered in Tanganyika in this respect.

Mr STANER remarks that in so doing the soil is frustrated of an appreciable amount of humus.

Mr HENDRICKX thinks that both points of view can be reconciled: the feed being retrieved as manure

Several delegates mention definite cases where banana vegetation as been given as cattle-feed.

Communication n° 126 : J. GAUTHIER

présentée par M. DROGUÉ.

introduced by Mr DROGUÉ.

Communication n° 166 : TH. D'OTSOLIG & G. O. NEUVILLE

présentée par M. D'OTSOLIG.

introduced by Mr D'OTSOLIG

La parole est ensuite passée à M. DROGUÉ, qui expose la note de M. GAUTHIER concernant quelques idées sur une organisation agricole de l'Afrique Centrale Française.

Mr DROGUÉ is called upon to introduce Mr GAUTHIER's communication on the agricultural organization of French Central Africa.

MM. D'OTSOLIG et HENRY parlent de la fertilité du sol dans les cultures caféières Robusta.

Suite à ses notes, M. GRIFFITH mentionne qu'à cause du « Clean weeding », on risque de dégrader le sol assez rapidement par l'érosion et il suggère de faire une alternance du mulching et du half-mulching.

M. JAUMAIN appuie cette façon de voir en faisant remarquer que ce mode cultural entrave également le développement des parasites et maladies phytopathologiques.

LE PRÉSDENT, suite à ces notes, fait ressortir que ces dernières révèlent une heureuse collaboration entre l'I. N. E A. C. et les planteurs

Mr D'OTSOLIG and Mr HENRY speak on soil fertility under Robusta coffee.

Concerning these notes, Mr GRIFFITH mentions that clean weeding is a high hazard with regard to soil deterioration, he suggests to alternate mulching and half-mulching.

Mr JAUMAIN agrees with Mr GRIFFITH and remarks that this system prevents the development of diseases and pests.

THE CHAIRMAN comments on these notes that they reveal a happy collaboration between I N E. A C. and the planters

Communication n° 157 : A DEBRA

présentée par l'Auteur

introduced by the Author.

Communication n° 156 : J. MAES

présentée par M. SOYER

M. DEBRA expose ensuite quelques méthodes de préparation du sol au Katanga

M. SOYER présente la communication de M J MAES, relative à « l'amélioration du sol en milieu indigène par l'application de la jachère ».

Suite à une question de M. JAUMAIN, M. SOYER précise que l'ouverture des champs par incinération est économique et, suivant les lois coutumières, cette incinération ne se fait d'ailleurs qu'une fois sur dix ans, ce qui en limite la nocuité. Par contre, si l'on enfouit la matière végétale, on obtient de mauvais résultats ainsi qu'un déséquilibre dans le rapport C/N, comme le signale M. JAUMAIN.

introduced by Mr SOYER.

Mr DEBRA speaks of various methods for the preparation of the soil.

Mr SOYER introduces Mr MAES' communication with regard to soil improvement under conditions of native agriculture by means of fallows. In reply to a question put by Mr JAUMAIN, Mr SOYER states that the clearing of field by firing is an economical proposition and is in the tradition of native agriculture. This firing, in any case, only happens once in ten years which naturally considerably limits the ills of such practice. On the other hand, if organic matter is dug in an unfavorable C/N ratio is obtained as has been remarked by Mr JAUMAIN

Communication n° 120 : P. LELOUX

M. LENS expose ensuite la note de M. LELOUX sur « la conservation des sols ».

La séance est levée à 12 h. 15

Mr LENS then reads Mr LELOUX's note on soil conservation.

The meeting adjourns at 12·15 hrs.

4me Séance

Le 12 novembre 1948, à 14 h. 35

4th Sitting

November, the 12th 1948, at 14:35 hrs.

Communication n° 7 : J. A VAN RENSBURG

présentée par l'Auteur

introduced by the Author.

Communication n° 102 : A. TATON

présentée par M. HENDRICKX.

introduced by Mr HENDRICKX.

Communication n° 122 : J. M. Liénart

présentée par M. Hendrickx.

introduced by Mr Hendrickx.

Communication n° 97 : M. Engelbeen

présentée par M. Hendrickx.

La séance est commencée par un exposé de M. Van Rensburg « L'ajustement des productions animales, en Afrique du Sud, dans le cadre de la Conservation des Sols ». Ceci fut présenté par M. Adler.

Il s'ensuit un échange de vues entre MM. Adler, Pilet et Gillain sur les réussites des croisements effectués dans leurs pays respectifs. M. Taton s'y joint en s'informant de la composition des savanes se rapportant aux essais exposés.

La parole est ensuite donnée à M. Hendrickx qui fait part des communications de M. Liénart sur « La culture du quinquina au Congo Belge et la conservation du sol » ainsi que celle de M. Engelbeen sur « l'orientation générale de la sélection des Cinchona Ledgeriana ». Ces notes ne soulèvent aucune objection.

introduced by Mr Hendrickx.

Mr Van Rensburg introduces his note on « The Fitting of animal production in the Union into the soil conservation pattern » which is followed by an exchange of views between Messrs Adler, Pilet and Gillain on the results of the breeding programmes in their respective countries. Mr Taton joins in the discussion by questioning on the composition of the savannahs in the Union and on the experiments undertaken in this matter.

Mr Hendrickx introduces Mr Liénart's communication on Cinchona planting in the Belgian Congo in relation to soil conservation and Mr Engelbeen's communication on the General trend of Cinchona selection. These communications call for no comment.

Communication n° 83 : G. Griffith

présentée par l'Auteur.

introduced by the Author.

Communication n° 55 : R. K. Kerkham & E. Williams

présentée par M. Griffith.

M. Griffith expose sa note sur les problèmes de fertilité en Uganda, ainsi que la note de MM. Kerkham et Williams sur la jachère à graminées et « rotations et effets de fumiers ».

Le Président s'informe si l'accumulation de NO3, citée par M. Griffith, n'est pas due en partie aux orages de la région; il est répondu par la négative à cette question, des analyses adéquates ayant été faites.

introduced by Mr Griffith.

Mr Griffith sets forth his communication of fertility problems in Uganda and Messrs Kerkham's and William's on Grass fallow and manuring effects. The Chairman inquires whether the accumulation of NO3, mentioned by Mr Griffith is not partly due to storms.

Mr Griffith replies in the negative, stating that appropriate analyses have been carried out.

Communication n° 113 : E. Foscolo

présentée par l'Auteur.

introduced by the Author.

Communication n° 6 : J. W. Rowland

présentée par l'Auteur.

M. Foscolo parle de la question des cultures, jachères et engrais verts.

M. Rowland définit la place des pâtures dans la conservation des sols et termine en souhaitant une collaboration étroite entre techniciens à ce sujet. Vœu soutenu par le Président.

La séance est levée à 16 h. 20.

introduced by the Author.

Mr Foscolo speaks on cultivated fallows and green manures.

Mr Rowland, the last speaker, defines the place of pasture in the general problem of soil conservation and ends by expressing the common aspiration toward a closer collaboration between technicians.

To this the Chairman subscribes wholeheartedly.

The meeting is adjourned at 16:20 hrs.

5me Séance

Le 13 novembre 1948, à 8 h. 10.

Communication n° 121 : Unelco

présentée par M. Coûteaux.

M. Coûteaux expose la note de l'Unelco : la question des clôtures métalliques dans les grands élevages du Congo. Les prix énoncés, fait remarquer M. Coûteaux, ne paraissent pas très élevés mais il préférerait avoir l'avis des délégués sud-africains à ce sujet. Cette question soulève plusieurs échanges de vues de spécialistes; entre autres, M. Pazzi mentionne qu'en Afrique du Sud, pour éviter les frais de clôture, on délimite les prairies par des piquets et les gardiens doivent garder leurs troupeaux entre ceux-ci. MM. Rowland, Rossignol, Gillain et Gethin Jones émettent des considérations sur le prix des fils et des clôtures. M. Pilet ajoute qu'un bon gardien est préférable à une bonne clôture. Enfin, M. Rossignol s'informe si en Afrique du Sud on a expérimenté les haies vives comme clôtures. M. Rowland répond que la chose n'a pas été envisagée, avant la guerre, les clôtures métalliques étaient peu coûteuses, mais à présent on pourrait envisager la question.

Communication n° 105 : R. Vandenput

présentée par M Rosseels.

M. Rosseels expose la note de M. Vandenput intitulée « Un problème urgent à résoudre ».

M. Jurion précise que les exemples cité par M Vandenput sont des exceptions et que l'Inéac ne revêt, en aucune manière, le caractère académique qui semble lui être attribué . cette institution s'efforce de trouver des solutions pratiques aux problèmes agricoles.

Le Président souligne l'impatience que manifestent d'ailleurs certains chercheurs.

M. Jurion fait ressortir que la chose importante est de pouvoir classer les terres et que la recherche doit d'abord définir les méthodes de classification.

M. Duff fait remarquer qu'en ce domaine, on souffre du manque de spécialistes.

Communication n° 20 : Service de l'Élevage de Madagascar

présentée par M. Pilet.

5th Sitting

November, the 13th 1948, at 8:10 hrs.

Communication n° 121 : Unelco

introduced by Mr Coûteaux.

Mr Coûteaux introduces the communication by the « Unelco » on metallic fences employed in Stock breeding on extensive scales in the Belgian Congo. Though the costs he quotes do not appear to be too high he would wish the opinion of the South African delegates on this subject. An extended exchange of views ensues. M. Pazzi informs that in South Africa, to avoid the high costs of fencing, pastures are delimited by poles and the wardens are instructed to keep the cattle within the area delimited by the poles. Messrs Rowland, Rossignol, Gillain and Gethin Jones view their opinion with regard to the costs of wire fencing. Mr Pilet adds that a good supervisor is preferable to any fence.

Mr Rossignol inquires whether hedges have been experimented in South Africa as fencing material.

Mr Rowland replies that this question had been under consideration before the war when metallic fencing was still cheap, but that the subject should be reviewed once more on account of the high costs of fencing at the present time.

Communication n° 105 : R. Vandenput

introduced by Mr Rosseels.

Mr Rosseels introduces Mr Vandenput's paper « An urgent problem to be solved ». This note leads Mr Jurion into stating that the examples chosen by Mr Vandenput are exceptional and the I N.E.A C. does not assume the academic character that appears to be lent it by Mr Vandenput; quite to the contrary it endeavours to find practical solutions to agricultural problems.

The Chairman pointedly remarks on the unruly hastiness of some research workers.

Mr Jurion emphasizes by remarking that in the classification of soils, research must first of all define the methods by which it can be obtained.

Mr Duff points out that in this matter the main trouble is the lack of specialists.

Communication n° 20 : Service de l'Élevage de Madagascar

introduced by Mr Pilet.

Communication n° 122 : Unelco

présentée par M. Coûteaux.

introduced by Mr Coûteaux.

Communication n° 67 : M. Renard

présentée par M. Alba.

introduced by Mr Alba

Communication n° 117 : H. Masson

présentée par M. Letouzey.

introduced by Mr Letouzey.

Communication n° 25 : M. Receveur

présentée par M. Dauzat.

Le Président ouvre les débats en constatant que les vétérinaires et agronomes ont des différends basés uniquement sur la pratique des feux de brousse.

Tous l'admettent mais à des degrés divers.

M. Taton fait remarquer que les faits énoncés manquent de détails quant aux conditions dans lesquelles les observations ont été faites. Les savanes diffèrent, les feux sont sous ou contre le vent, les mensurations peuvent être faites dans ou entre les touffes d'herbes et, quant à la note de l'« Unelco » elle présente des affirmations gratuites, ce à quoi M. Coûteaux répond qu'il souhaiterait avoir des expériences comparées relatives à la note de l'Unelco. M. Gillain attire l'attention sur ce point, les conditions sont très différentes d'une région à l'autre.

M. Malcorps demande à être renseigné concernant certaines dimensions et l'orientation des fossés « coupe-feu » ainsi que sur le mode d'entretien éventuel de leurs parois.

M. Saboureau répond qu'à Madagascar les coupe-feu sont constitués par des landes sur des largeurs variables, suivant les conditions topographiques.

M. Jaumain fait un exposé du système de coupe-feu qu'il emploie dans sa région.

M. Pilet fait remarquer que, seuls, Français et Belges ont traité ce sujet; il voudrait connaître l'opinion des délégués sud-africains.

M. McCulloch dit qu'au Nigeria on a essayé en vain de faire des feux précoces et qu'à son avis les feux sont moins nocifs qu'on ne le dit et qu'ils améliorent la flore.

M. Rowland, parlant du Natal, fait la distinction entre régions pluvieuses où le feu stimule le *Themeda triandra*,

introduced by Mr Dauzat.

The Chairman opens the discussions on these various communications by remarking that veterinarians and agronomists have differing points of view with regard to bush fires. This is approved generally but with variations.

Mr Taton remarks that the data lack details as to the conditions under which the observations have been made. Savannahs differ, fires can be lighted under or against the wind. The technique of soil temperature measurement may vary; it can be measured within or in between the tufts of grass. As far as the note of « Unelco » is concerned it contains statements not supported by facts, to what Mr Coûteaux rejoins that he would wish to see control experiments be carried out Dr Gillain reminds that conditions may vary greatly from one region to another.

Mr Malcorps requests some informations as to the dimensions or fire-break ditches and the upkeep of their sides.

Mr Saboureau replies that in Madagascar fire-breaks are strips of bare-ground of widths varying with local conditions.

Mr Jaumain explains the system of fire-breaks he employs in his region

Mr Pilet calls attention to the fact that this subject has been discussed by the French and Belgian delegates only. The opinion of the South African delegates would be very welcomed.

Mr McCulloch states that in Nigeria they have tried but in vain, to employ the system of early fires. In his opinion fires are less damaging than generally accepted and. further, that it improves the flora.

Mr Rowland speaking with regard to Natal makes a distinction between the rainy regions, where fires favour

et régions de savane sèche, où le feu est très préjudiciable à la végétation et ne supprime pas les arbustes épineux. Comme il est difficile de l'enrayer totalelment, il souhaite le voir contrôlé. Les meilleurs résultats furent obtenus lors du brûlage après les premières pluies.

M. SOYER pense qu'au point de vue agronomique la solution réside dans l'établissement du paysannat indigène préservant cultures et jachères.

M. TATON confirme l'opinion de M. ROWLAND, précisant qu'en Ituri les feux favorisent la végétation suffrutescente surtout le *Dombeya Claessensii.*

M COÛTEAUX fait remarquer que la végétation est inopérante et souhaite voir renforcer la réglementation en ce domaine.

LE PRÉSIDENT doute de l'efficacité de cette réglementation, puis demande aux vétérinaires si les feux détruisent les parasites du bétail.

M. PILET répond que les services vétérinaires n'en tiennent pas compte et M. WATSON précise qu'au Nyassaland le bétail reste toujours parasité quoi que l'on fasse. D'un autre côté, il estime qu'une législation est inutile dans des pays peu civilisés et que la propagande serait un moyen d'action plus efficace.

M. DUFF exprime l'opinion qu'il faudrait abolir le terme « feux de brousse » et le remplacer par ceux, plus précis, de « feu de savane, de pâturages, de savanes boisées », etc. En tant que forestier, il condamne formellement les feux de brousse, vu leurs ravages énormes, et ne les permet que dans des cas bien définis, comme pour celui de la régénération de peuplement de *Pterocarpus* ou, lorsqu'il faut absolument pourvoir à la nourriture du bétail. Enfin, il souhaite que les feux soient contrôlés et que des recherches scientifiques soient entreprises à ce sujet.

M. LEBRUN reprend la thèse de M. WATSON et fait remarquer qu'en fait on ne connaît que peu de chose concernant les effets, sur le sol, du feu de brousse. Cependant, il reproche principalement à celui-ci d'empêcher le dynamisme naturel de la végétation,

Themeda triandra, as against the dry Savannah where they are detrimental to the vegetation. Fires do not entirely suppress the prickly pear thicket and it is difficult to suppress entirely the practice of bush-fires. He would wish though to get them under control. Best results are obtained when burning is done immediately after the first rains.

Mr SOYER thinks that from an agronomic point of view solution rests in the promotion of farming methods in native agriculture, thereby preserving crops and fallows.

Mr TATON seconds Mr ROWLAND'S point of view, stating that in the Ituri district fire favours suffrutescent vegetation, specially *Dombeya Claessensii.*

Mr COÛTEAUX remarks that the actual regulations are ineffective and that he would favour their reinforcement THE CHAIRMAN doubts of the efficacity of this proposition and questions the veterinarians whether fires do effectively destroy cattle pests.

Mr PILET replies that the veterinary service does not think so.

Mr WATSON states that in Nyasaland cattle always suffer of ticks whatever is done. He thinks also that legislating is futile in countries with a low level of civilization and that propaganda work would be more effective.

Mr DUFF states his opinion that the term « bush-fire » should be deleted and replaced by more precise wordings such as « savannah fires », « pasture fires » and « wooded savannah fires », etc. As a forester himself, he formally condems fires on account of the enormous damage they wreak; they are only admissible in well defined cases as, for instance, in the regeneration of *Pterocarpus* or when in the necessity of providing young grass to cattle.

To conclude, he expresses his earnest wish that burnings be got under control and that scientific researches be undertaken in this respect.

Mr LEBRUN recalls Mr TATON'S views and remarks that, in fact, very little is known with regards to the effect of bush fires on the soil. His main objection to burning is that it interferes with the natural dynamism of vegetation but he admits neverless that in

mais il admet qu'en certains cas particuliers le feu puisse être intéressant, à condition qu'il soit contrôlé.

En Afrique tropicale, dit-il, il n'existe pas un pouce de terrain où la végétation de savanes reflète le climax de la région. La végétation présente est faite par l'homme. Il faut donc protéger la végétation et le sol et, pour cela, proscrire strictement les feux, excepté dans des cas bien particuliers.

Reprenant l'idée de M. LEBRUN, M. AUBRÉVILLE expose la raison qui l'amène à présenter la motion qui est exposée d'autre part.

LE PRÉSIDENT approuve entièrement la motion de M. AUBRÉVILLE, mais voudrait y ajouter que chaque gouvernement fasse étudier scientifiquement cette question par des spécialistes qualifiés.

M. DUFF remet alors au PRÉSIDENT une motion qu'il avait préparée et qui expose le même point de vue que celui énoncé par le PRÉSIDENT. LE PRÉSIDENT renvoie la suite des discussions à l'après-midi.

Pendant l'interruption, M. ROWLAND a déposé une motion entre les mains du PRÉSIDENT.

some cases fires may be of interest though not without control.

In tropical Africa, he declares, there is not the slightest inch of ground whereon savannahs are the climactic associations. The actual vegetation is anthropic in character. It is of necessity therefore to protect alike vegetation and soil. To this end he would definitely proscribe fires, except in very special circumstances. Mr AUBRÉVILLE taking up the same line of thought explains the reasons that have brought him to introduce a draft recommendation, which is laid in the hands of the Secretary.

THE CHAIRMAN entirely approves this motion but adds that it would be desirable that all governments should make provisions to have this question studied scientifically by specialists.

Mr DUFF hands to the bureau a draft recommendation that seconds entirely THE CHAIRMAN's views.

During recess, Mr ROWLAND has handed a motion to the CHAIRMAN

6me Séance

Le 13 novembre 1948, à 14 h. 35

On entame l'examen de la note de M. TATON.

Aux précisions de M. HENDRICKX au sujet de « early burning » se trouvant dans le texte anglais de la motion, M. LEBRUN ajoute que le terme de « early burning » s'applique à des savanes où la matière sèche est suffisante pour brûler, mais où la matière verte empêche une combustion violente.

M. ROWLAND estime que la motion n'est pas claire du fait que les conditions régionales sont très différentes et propose de demander aux gouvernements respectifs de renforcer la législation existant dans chaque territoire particulier.

LE PRÉSIDENT estime cependant que la recommandation laisse toute latitude aux gouvernements intéressés.

6th Sitting

November, the 13th 1948, at 14·35 hrs

Mr TATON's paper is discussed.

Mr HENDRICKX having been asked for precisions concerning the term « early burning » which is included in the English text of the motion, Mr LEBRUN states that this term is applied to such fires as are lighted when there is already a sufficient quantity of dried grass but still enough green vegetation to prevent a violent combustion.

Mr ROWLAND thinks that te motion is not clear enough as regional conditions may vary considerably and proposes that the respective governments be requested to reinforce the existing legislation in each particular district.

THE CHAIRMAN is of opinion that the recommendation as couched gives ample latitude to the governments concerned.

M. McCULLOCH voudrait voir mettre plus en relief le dernier paragraphe concernant l'étude scientifique des feux de brousse.

LE PRÉSIDENT approuve ce vœu.

M. LEBRUN fait remarquer que ce dernier paragraphe est le sommaire de la résolution finale du Congrès de Yangambi, c'est-à-dire que les conditions où évoluent les feux de brousse sont tellement différentes qu'il importe d'en étudier d'abord les divers aspects.

M. LAUBSCHER souhaite que l'on place ce paragraphe en premier lieu, opinion approuvée par LE PRÉSIDENT, qui est d'avis qu'il faudrait pouvoir appuyer les propositions aux différents gouvernements par des études préalables. Cette motion est aussi adoptée.

LE PRÉSIDENT demande ensuite à M. ROWLAND de présenter sa motion

Cette motion est également approuvée par LE PRÉSIDENT; cependant, M. LEBRUN pense que ce vœu embrasse l'ensemble des travaux de la Conférence; il insiste sur la nécessité de la coopération des chercheurs scientifiques

La parole est passée à M TATON qui décrit les principales associations herbeuses de la région de Nioka et leur valeur bromatologique. Ensuite M. McCULLOCH parle de l'amélioration des pâturages au Bamenda

La parole est donnée à M DAUZAT qui expose les vues de M. RECEVEUR sur la rotation, l'amélioration des pâturages et la transhumance saisonnière au Tchad.

M. CROEGAERT présente la note de M. KUCZAROW : « Quelques considérations sur les jachères à graminées ».

M. FOSCOLO soulève la question du bétail de boucherie en Ituri.

LE PRÉSIDENT fait savoir qu'à la demande de M. PENDLETON, sa note sera mise au dossier ainsi que les notes de MM. STEYAERT, MALLAMAIRE et J DUBOIS.

LE PRÉSIDENT communique la note de M. CIOLINA sur « l'hydraulique des sols » et « la conservation des sols ».

En terminant, LE PRÉSIDENT remercie l'assistance de l'attention apportée aux travaux de la session et pense qu'elle aura atteint les buts proposés.

Mr McCULLOCH wishes that the last paragraph concerning the scientific study of bush fires be given more prominence. This meets THE CHAIRMAN'S approval.

Mr LEBRUN remarks that this last paragraph is a résumé of the final recommendation of the Yangambi conference, that is, that the conditions under which fires are lighted vary so much that the various aspects must be studied first.

Mr LAUBSCHER would favour that this paragraph be placed at the beginning. This meets THE CHAIRMAN'S agreement but remarks that this proposal should be substantiated by preliminary studies before submitting them to the governments concerned This is also agreed to.

THE CHAIRMAN requests Mr ROWLAND to introduce his motion. THE CHAIRMAN marks his agreement but Mr LEBRUN thinks that this motion embraces the whole scope of the conference and insists on the need of scientific research by experts working in cooperation

Mr TATON gives a résumé of his work on the principal herbaceous associations of the Nioka region and their bromatological value.

Mr McCULLOCH speaks on pasture improvements in the Bamenda region.

Mr DAUZAT gives a summary of Mr RECEVEUR'S studies on rotation, pasture improvement and seasonal migrations in the Tchad region.

Mr CROEGAERT gives a summary of Mr KUCZAROW'S note on grass fallows.

Mr FOSCOLO summarizes his note on meat-cattle in the Ituri district.

THE CHAIRMAN informs that Professor PENDLETON has requested his note to placed on record. Those of Mr STEYAERT, Mr MALLAMAIRE and Mr J. DUBOIS are dealt with likewise.

THE CHAIRMAN finally gives a résumé of Mr CIOLINA'S paper on « soil hydraulics and soil conservation.

In summing up the work of the 3rd Section, THE CHAIRMAN extends his most heartfelt thanks to all and every one for the valuable work accomplished and believes that the section will have reached its aims.

M. LEBRUN, au nom de l'assistance, remercie M. SAGOT pour la direction éclairée qu'il a apportée au déroulement des débats de la session.

La séance est levée à 16 heures.

Mr LEBRUN as spokesman for the assembly thanks the CHAIRMAN for his able chairmanship.

The final session closes at 16 hrs.

RAPPORT GENERAL DE LA TROISIEME SECTION

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

GENERAL REPORT OF THE THIRD SECTION

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Chargée de l'étude des systèmes de culture dans leurs rapports avec la conservation des sols, la troisième section s'est réunie les 11, 12 et 13 novembre 1948 pour l'examen des 45 communications qui comprenaient :

4 communications intéressant la technique antiérosive.
18 communications intéressant les méthodes culturales
10 communications intéressant les jachères et plantes de couverture.
7 communications intéressant les problèmes agrostologiques et pastoraux.
6 communications ayant trait à la question des feux de brousse.

En ce qui concerne la technique antiérosive, les communications présentées ont permis une comparaison entre les conditions existant en Afrique du Sud et celles des régions d'altitude du Congo Belge.

Pour les méthodes culturales, les différentes communications ont exposé les systèmes déjà essayés dans les zones pour lesquelles ils étaient prévus, ainsi que les résultats auxquels ils ont conduit. La diversité de climat des régions étudiées est telle, qu'il est difficile d'arriver à une conclusion d'ensemble.

Nous avons retenu tout l'intérêt présenté par la note de M. D'OTSOLIG qui relate les très intéressants résultats d'une collaboration parfaite avec les chercheurs de l'INEAC.

En ce qui concerne les jachères et plantes de couverture, diverses solutions locales ont été proposées. A retenir, de l'ensemble, la communication de MM. HENDRICKX et HENDERICKX qui proposent une solution susceptible d'applications immédiates.

The third section had as theme the study of cultural systems in relation to soil conservation. It sat on the 11, 12 and 13th of November 1948. Forty five communications were examined, comprising :

4 communications on antierosive techniques,
18 communications on cultural methods,
10 communications on fallows and cover plants,
7 communications on agrostologic and pastoral problems and
6 communications on the question of bush-fires.

As far as antierosive techniques are concerned, the various communications have enabled to establish comparisons between conditions prevailing in South Africa and those of upland regions of the Belgian Congo.

Concerning cultural methods, several communications have set forth the systems experimented in the regions for which they were devised and the results obtained. The climatic diversities, however, preclude of arriving at any general conclusion.

Of greatest interest was the note introduced by Mr D'OTSOLIG which rendered an account of the valuable results obtained thanks to a commendable collaboration with the INEAC's staff.

Various local solutions were proposed with regard to fallow and cover plants, amongst which that given by Messrs HENDRICKX and HENDERICKX, susceptible of immediate applicability.

Parmi les communications présentées se rapportant aux problèmes agrostologiques et pastoraux, deux ont particulièrement retenu l'attention de la section, ce sont celles de MM. ROWLAND et TATON. Le premier attire l'attention sur le fait que les problèmes pastoraux ne peuvent être dissociés de ceux ayant trait à la conservation des sols. Il insiste sur l'urgence de prendre des mesures efficaces.

La note de M. TATON, à laquelle il n'a malheureusement pas été possible de consacrer tout le temps nécessaire, est la seule qui fournisse des données précises sur l'évolution de la flore agrostologique et sur les conditions dans lesquelles les feux de pâturages la conduisent.

La discussion des différentes notes qui ont trait aux feux de brousse, et particulièrement à ceux des pâtures, met en relief l'inconvénient et l'avantage de leur pratique. Cependant, toutes s'accordent pour condamner leur utilisation, sauf dans certains cas bien particuliers.

L'unanimité étant acquise sur ce point, M AUBRÉVILLE présente un projet de résolution qui est adopté sans discussion, moyennant cependant l'apport d'une recommandation complémentaire en faveur de l'avènement de l'étude scientifique des feux de brousse.

Constatant l'insuffisance des moyens d'étude actuels en ce qui concerne l'érosion des sols, M. ROWLAND dépose également un projet de résolution demandant la constitution d'équipes de chercheurs spécialement attachés à l'étude de ces problèmes et préconisant aussi l'organisation de la collaboration internationale pour la recherche en cette matière.

RECOMMANDATION PROPOSEE PAR M. AUBREVILLE

La Conférence condamne formellement le fléau des feux de brousse qui ravage annuellement la majeure partie de l'Afrique tropicale, en dégradant la couverture végétale protectrice des sols et livrant ceux-ci à toutes les formes d'érosion.

Reconnaissant toutefois que ces feux sont quelquefois nécessaires dans l'état actuel des systèmes primitifs agricole et pastoral de l'Afrique noire, elle invite les gouvernements intéressés à les

Two communications, those of Messrs ROWLAND and TATON on the agrostologic and pastoral problems, were of outstanding interest. The first one drew attention upon the fact that pastoral problems cannot be dissociated from those relating to soil conservation. It stressed the urgency of efficient measures.

Mr TATON's communication was the only one to give actual data on the evolution of the agrostologic flora of pastures submitted to fires. Time unfortunately, was too short for a complete study and discussion of this valuable work.

The general discussion of the different communications relative to bushfire and especially to grass-fires stressed together the advantages and disadvantages of their practice. They were however unanimously condemned, except in certain special cases. The unanimity having been got on this point, Mr AUBRÉVILLE introduced a draft resolution which was adopted without discussion, providing a complementary recommendation, insisting on the necessity of scientific research on bushfires, was made.

In consideration of the actual paucity of means for the pursuance of soil erosion studies, Mr ROWLAND handed unto THE CHAIRMAN a draft recommendation requesting the constitution of special teams of specialized workers devoting their whole activity to the study of these problems, and further, Mr ROWLAND expressed the desirability of an international collaboration in these researches.

RECOMMENDATION PROPOSED BY Mr. AUBREVILLE

The Conference, formally condemns the plague of bush-fires, which annually impoverishes the major part of tropical Africa by ruining the productive layer of the soil and exposing it to all forms of erosion, it admits, however, that in the actual primitive conditions of native agriculture and animal husbandry they are, in some cases, of necessity.

Recommends to the governments concerned to tolerate and regulate

tolérer temporairement, en les réglementant sur les surfaces où ils s'avèrent utiles.

Constatant les difficultés pratiques considérables de la lutte contre les feux de brousse généralisés, elle recommande d'entreprendre cette œuvre de protection de la végétation et des sols, successivement dans des secteurs limités, où peuvent être concentrés tous les moyens locaux, répressifs et de propagande dont on peut disposer ou, éventuellement, de recourir avec prudence au palliatif des feux précoces allumés sous la direction des services qualifiés.

Mais elle insiste sur cette affirmation que ces procédés tolérant, dans certains cas et par nécessité, les feux de brousse, ne doivent pas faire oublier le but final, peut-être lointain mais vital pour l'Afrique tropicale, la suppression définitive des feux de brousse.

Elle affirme, d'autre part, que ce but idéal ne sera atteint qu'en procédant à l'étude approfondie, par tous les moyens scientifiques, des divers aspects que présente le problème des feux de brousse.

them temporarily in instances of proven usefulness.

Considering the many practical difficulties of combating generalised bush-fires, recommends to undertake this policy of vegetation and soil protection successively in different limited sectors, wherin all the local means of repression and propaganda can be concentrated, and eventually to resort with care to early fires under the supervision of qualified services.

But, nevertheless strongly emphasizes that this tolerance with regard to special cases of temporary necessity must not bedim the ultimate aim, perhaps remote but none the less vital for tropical Africa; that of the total suppression of all bush-fires.

The conference, on the other hand, emphatically declares that this ideal cannot be attained without the pursuance of an exhaustive study in relation to all the aspects of bush-fires and their influence upon the soil, and to the implementation of which all means at our disposal should be levied.

RECOMMANDATION PROPOSEE PAR LE Dr. J. W. ROWLAND

Vu l'urgence et la nécessité de la conservation des sols et de la sauvegarde de l'économie en eau de l'Afrique, il est recommandé que des recherches soient entreprises sur une grande échelle afin de trouver des méthodes permettant la stabilisation des sols africains et des ressources en eau, à tous les degrés d'utilisation des sols.

Ces recherches ne devraient pas se confiner à des considérations purement agricoles, mais embrasser également leurs relations sociales et économiques.

Pour ceci, des équipes de chercheurs spécialisés dans l'utilisation et la conservation des sols doivent être créées et des facilités adéquates pour des recherches de longue haleine mises à leur disposition dans les régions écologiques principales de l'Afrique.

Goma, le 13 novembre 1948.

RECOMMENDATION PROPOSED BY Dr. J. W. ROWLAND

In view of the urgency of the need to conserve soils and safeguard the water economy of Africa, it is recommended that immediate research be instituted on a large scale for finding methods of stabilizing African soils and water ressources at all intensities of land use.

This research should not be confined to agricultural considerations, but must embrace related social and economic aspects of land development.

For this, teams of research workers in land use and conservation need to be created, and adequate facilities for long term investigations provided in the major ecological regions of Africa.

Goma, November, the 13th 1948.


HONI SOIT QUI MAL Y PENSE
DIEU ET MON DROIT